



TUGAS AKHIR - RC 141501

**PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
RUAS JALAN PANGGUL- DESA SOBO
PROYEK JALUR LINTAS SELATAN (JLS),
PROVINSI JAWA TIMUR**

FARADINDA PRABANDINI
NRP. 3114 105 004

Dosen Pembimbing
IR. WAHJU HERIJANTO, MT.

JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



FINAL PROJECT - RC 141501

**GEOMETRIC AND PAVEMENT DESIGN
ROAD SECTION PANGGUL- SOBO VILLAGE
PROJECT OF JALUR LINTAS SELATAN (JLS),
EAST JAVA PROVINCE**

FARADINDA PRABANDINI
NRP. 3114 105 004

Lecturer
IR. WAHJU HERIJANTO, MT.

Departement of Civil Engineering
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institute of Technology Sepuluh Nopember
Surabaya 2016

**PERENCANAAN GEOMETRIK DAN TEBAL
PERKERASAN RUAS JALAN PANGGUL – DESA
SOBO PROYEK JALUR LINTAS SELATAN (JLS),
PROVINSI JAWA TIMUR**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

FARADINDA PRABANDINI

NRP. 3114105004

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

1. Ir. Wahyu Herjanto, M.P. (Pembimbing I)



**SURABAYA
JULI, 2016**

**PERENCANAAN GEOMETRIK DAN TEBAL PERKERASAN
RUAS JALAN PANGGUL- DESA SOBO
PROYEKJALUR LINTAS SELATAN (JLS),
PROVINSI JAWA TIMUR**

Nama Mahasiswa : Faradinda Prabandini
NRP : 3114 105 004
Jurusan : Teknik Sipil FTSP - ITS
DosenPembimbing : Ir. Wahyu Herijanto, MT.

ABSTRAK

Dengan adanya keberadaan jaringan jalan disisi utara dan sisi selatan Provinsi Jawa Timur yang tidak sama baik dalam volume lalu lintas dan kapasitas jalannya, serta pergerakan lalu lintas barang dan manusia dibagian utara lebih maju dibandingkan bagian selatan Provinsi Jawa Timur. Penambahan Jalur Lintas Selatan ini dimaksudkan guna menambah akses jalan dibagian Selatan Jawa Timur, karena selama ini pergerakan lalu lintas yang mendominasi di bagian Jalur Pantura. Hal inilah yang mendorong pemerintah untuk membangun jalan baru dibagian Selatan Pulau Jawa, yang menghubungkan Jawa Timur sampai dengan Jawa Barat atau kota- kota di Pulau Jawa bagian Selatan. Diharapkan dengan adanya pembangunan jalan untuk Jalur Lintas Selatan ini dapat mengurangi volume kendaraan yang melewati jalur utara maupun jalur tengah ynag ada saat ini.

Mengacu dari latar belakang diatas, dlam merencanakan geometrik jalan untuk Jalur Lintas Selatan pada tugas akhir ini menggunakan literatur AASTHO, Tata Cara Perencanaan Jalan Antar Kota Tahun 1997, perhitungan analisis kapasitas jalan dengan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia(PKJI) 2014 kapasitas jalan antar kota, perencanaan tebal perkerasab flexible pavement dengan metode AASTHO 1993, perencanaan saluran tepi jalan (drainase) berdasarkan Pedoman Sistem Drainase Jalan Tahun 2006 Departemen Pekerjaan Umum, serta perhitungan rencana anggaran biaya menggunakan Analisa Harga Satuan pekerjaan Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Jawa Timur Tahun 2013.

Hasil perencanaan Jalur Lintas Sekatan ruas jalan Panggul-Desa Sobo STA 0+000 s/d STA 14+557.18 diperoleh perencanaan jalan menggunakan tipe 2/2 TT dengan lebar jalan 7 meter dan lebar bahu 1.5 meter. Terdapat 2 tipe perkerasan jalan, yaitu daerah bukit dan pegunungan. Untuk lapis permukaan AC- WC sebesar 3.5 inci, lapis base dengan batu pecah kelas A setebal 6 inci, dan lapis subbase dengan sirtu kelas A setebal 6 inci. Perencanaan saluran tepi (drainase) berbentuk trapesium menggunakan tanah asli. Lebar saluran tepi 0.5 – 1 meter dan tinggi saluran tepi 1.0 – 1.8 meter. Total estimasi biaya Rp 561.600.000.000 (Terbilang lima ratus enam puluh satu enam ratus juta rupiah).

Kata Kunci: Jalan Arteri, Jalan Nasional, Jalur Lintas Selatan (JLS), Perencanaan Geometrik, Tebal Perkerasan, Dimensi Saluran, RAB.

**DESIGN OF GEOMETRIC AND THICK PAVEMENT
ROAD SECTIONS PANGGUL- SOBO VILLAGE
JALUR LINTAS SELATAN (JLS) PROJECT,
EAST JAVA PROVINCE**

Student Name : Faradinda Prabandini
NRP : 3114 105 004
Department : Civil Engineering, FTSP- ITS
Lecturer : Ir. Wahju Herijanto, MT.

ABSTRACT

With the existence of the road network on the north side and the south side of East Java Province which is not the same in both volume of traffic and the capacity of the course, as well as the movement of goods and human traffics in the northern part is more advanced than the southern part of East Java Province. Southern trails addition is intended to add to the access on the south of East Java, because during the traffic movement that dominates in part of the northern trails. This has prompted the Government to build a new road on the south Island of Java, linking East Java to the West Java or towns in the southern part of Java Island. Hopefully, by the construction of Roads for Southern Trails, this can reduce the volume of vehicle passing lane north and the middle lane that exist today.

Referring to the background above, the geometric street plan for Southern Trails in this thesis uses literature AASTHO, Planning Procedures for Inter- City Road 1997 the calculation analysis with Indonesian Highway Capacity Manual (IHCM) 2014, capacity inter-city roads, pavements thickness flexible pavement design methods AASTHO 1993, planning road side channel (drainage) based Guidance System Drainage Street 2006 Ministry of Public Works, as well as the calculation of the Public Works in East Java Province in 2013.

Southern trail planning results roads section Panggul – Sobo Village STA 0+000 until 14+557.18 STA obtained path planning using a type 2/2 TT road width 7 meters wide and 1.5 meter shoulders. For the surface layer AC- WC at 3.5 inches, with a base layer of crushed stone class A 6 inch thick, and layers of gravel sub base with grade A 6 inches thick. Planning the edge channel (drainage) trapezoidal using native

land. The width of the channel edge 0.5 – 1 meters and high channel edge 1.0 – 1.8 meters. The total estimated cost Rp 561.600.000.000 (Spelled five hundred sixty one billion sixty hundred million rupiah)

Keywords: Arterial Road, National Road, South Trails (JLS), Geometric Planning, Pavement Thickness, Dimension Line, RAB.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran kami panjatkan kepada Allah SWT, atas segala limpahan rahmat, karunia, hidayah-Nya, sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.

Pelaksanaan dan penulisan tugas akhir ini tidak luput dari bantuan, bimbingan, dan dorongan banyak pihak, pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar- besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Wahyu Herijanto, MT, selaku dosen pembimbing I
2. Bapak Istiar, ST., MT., selaku dosen konsultasi tugas akhir
3. Keluarga yang selalu memberikan semangat dan doanya selama masa kuliah sampai penulisan tugas akhir ini selesai.
4. Teman – teman seperjuangan LJ ITS 2014
5. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan kelemahan pada penulisan tugas akhir ini. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang menunjang kesempurnaan tugas akhir ini. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi pembacanya.

Surabaya, Juni 2016

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat.....	3
1.6. Lokasi	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Pengertian Jalan.....	7
2.2. Aspek Lalu Lintas	8
2.3. Aspek Trase dan Geometrik Jalan.....	23
2.4. Aspek Perkerasan Jalan	51
2.5. Aspek Drainase.....	63
BAB III METODOLOGI	73
3.1. Persiapan	73
3.2. Pengumpulan Data	74
3.3. Pengolahan Data.....	75

3.4.	Perencanaan Geometrik.....	77
3.5.	Perencanaan Konstruksi Perekerasan Lentur.....	79
BAB IV DATA PERENCANAAN.....		81
4.1.	Data Perencanaan	81
4.2.	Pengolahan Data.....	85
BAB V.....		113
PEMBAHASAN.....		113
5.1.	Dasar Perencanaan Jalan	113
5.2.	Perencanaan Geometrik.....	113
5.3.	Perencanaan Alinemen Horizontal	119
5.4.	Perencanaan Alinemen Vertikal	152
5.6.	Perencanaan Drainase.....	247
5.7.	Rencana Anggaran Biaya	300
BAB VI PENUTUP.....		329
6.1.	Kesimpulan.....	329
6.2.	Saran	331
DAFTAR PUSTAKA.....		332
BIODATA PENULIS.....		335

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Klasifikasi menurut kelas jalan.....	9
Tabel 2.2. Klasifikasi menurut medan jalan	9
Tabel 2.3. Dimensi Kendaraan Rencana.....	11
Tabel 2.4. Ekrivalen Mobil Penumpang (emp)	11
Tabel 2.5. Ekr untuk Jalan 2/2 TT	12
Tabel 2.6. Penentuan Faktor- K dan Faktor- F	13
Tabel 2.7. Kecepatan Rencana VR , sesuai klasifikasi fungsi & klasifikasi medan jalan	14
Tabel 2.8. Lebar Lajur Jalan Ideal	18
Tabel 2.9. Panjang Jarak Pandang Henti Minimum	21
Tabel 2.10. Jarak Pandang Menyiap Minimum	22
Tabel 2.11. Jari- jari minimum untuk kemiringan normal.....	23
Tabel 2.12. Radius Minimum untuk Desain Superelevasi, desain kecepatan, dan $e_{\max} = 10\%$	28
Tabel 2.13. Panjang Bagian Lurus Maksimum.....	30
Tabel 2.14. Jari- jari minimum menurut tipe jalan	31
Tabel 2.16. Jari- jari minimum tanpa lengkung peralihan	33
Tabel 2.17. Jari- jari minimum tanpa lengkung peralihan	40
Tabel 2.18. Jari- jari minimum tanpa lengkung peralihan	41
Tabel 2.19. Kelandaian maksimum yang diijinkan	43
Tabel 2.20. Panjang Kritis (m)	44

Tabel 2.21. Nilai C menurut AASTHO dan Bina Marga Berdasarkan JPM dan JPH	46
Tabel 2.22. Rumus untuk Ekvivalen Beban Sumbu	52
Tabel 2.23. Komposisi Roda dan Unit Ekvivalen 8.16 ton Beban As Tunggal.	53
Tabel 2.24. Komposisi Roda dan Unit Ekvivalen 8.16 ton Beban As Tunggal.	54
Tabel 2.25. Faktor Distribusi Lajur (DD)	55
Tabel 2.26. Rekomendasi tingkat rehabilitas untuk bermacam-macam klasifikasi jalan.	56
Tabel 2.27. Nilai Penyimpangan Normal Standar (Standar Normal Deviate) untuk tingkat rehabilitas tertentu.	57
Tabel 2.28. Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IPt) 58	
Tabel 2.29. Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (IP0) 59	
Tabel 2.30. Koefisien Kekuatan Relatif (a)	62
Tabel 2.31. Koefisien hambatan (nd) berdasarkan kondisi permukaan	64
Tabel 2.32. Kecepatan aliran air yang diijinkan berdasarkan jenis material	64
Tabel 2.33. Kemiringan saluran memanjang (is) berdasarkan jenis material)	65
Tabel 2.34. Tipe penampang saluran samping kanan	65
Tabel 2.35. Kemiringan talud berdasarkan debit	66
Tabel 2.36. Angka kekasaran Manning (n)	66

Tabel 2.37. Harga Koefisien Pengaliran (C) dan harga Faktor Limpasan (fk)	68
Tabel 2.38. Nilai Yn dan Sn fungsi jumlah data.....	70
Tabel 4.1. Rekapitulasi Data Lalu Lintas Tahun 2012	82
Tabel 4.2. Data Jumlah Penduduk Kabupaten Trenggalek.....	83
Tabel 4.3. Data PDRB Atas Dasar Harga Konstan (2010) Kabupaten Trenggalek	84
Tabel 4.4. Data PDRB Berdasarkan Pertumbuhan Ekonomi	84
Tabel 4.5. Data Curah Hujan	85
Tabel 4.6. Prosentase Pertumbuhan Kendaraan Bus dan Angkutan Umum	85
Tabel 4.7. Prosentase Pertumbuhan Kendaraan Pribadi	86
Tabel 4.8. Prosentase Pertumbuhan Kendaraan Truk.....	87
Tabel 4.9. Pertumbuhan Kendaraan per Tahun	88
Tabel 4.10. Rekapitulasi Perhitungan Volume Lalu Lintas Harian (VLHR)	89
Tabel 4.11. Data CBR Tanah Dasar (Bukit).....	90
Tabel 4.12. Data CBR Tanah Dasar (Pegunungan)	91
Tabel 4.13. Pengelompokan Nilai CBR (Bukit).....	92
Tabel 4.14. Pengelompokan Nilai CBR (Pegunungan)	93
Tabel 4.15. Perhitungan Hujan Harian Rata- Rata	95
Tabel 4.16. Perhitungan Curah Hujan Rencana Periode Ulang T Tahun.....	97
Tabel 4.17. Curah Hujan Rencana Periode Ulang 20 Tahun dengan Metode Gumbel	98

Tabel 4.18. Perhitungan Volume Kendaraan Jam Puncak (skr/jam)	101
Tabel 4.19. Prosentase Volume Kendaraan (Percobaan 1)	104
Tabel 4.20. Prosentase Volume Kendaraan Percobaan 2	105
Tabel 4.21. Rekapitulasi Prosentase Volume Kendaraan	106
Tabel 4.22. Volume Kendaraan Rute 1 dan Rute 2	107
Tabel 4.23. Rekapitulasi Volume Kendaraan	109
Tabel 4.24. Derajat Kejenuhan dengan Volume Kendaraan (57%) untuk Rute 1 dan (43%) untuk Rute 2	112
Tabel 5.1. Kemiringan Medan STA 0+000 s/d 3+000	114
Tabel 5.2. Kemiringan Medan STA 3+000 s/d 14+557,15	115
Tabel 5.3. Koordinat Titik Trase Rencana	120
Tabel 5.4. Hasil Perhitungan Sudut Azimuth	124
Tabel 5.5. Hasil Perhitungan Sudut Tikungan	127
Tabel 5.6. Perbandingan Hasil Perhitungan Superelevasi	131
Tabel 5.7. Parameter Lengkung Tikungan	138
Tabel 5.8. Jarak Kebebasan Pada Tikungan	142
Tabel 5.9. Pelebaran Tikungan	147
Tabel 5.10. Kelandaian Rencana	153
Tabel 5.11. Perhitungan Lengkung Vertikal	162
Tabel 5.12. Berat Konfigurasi Sumbu Kendaraan	208
Tabel 5.13. Axle Load Equivalency Factors Flexible Pavement	209

Tabel 5.14. Beban Gandar Kumulatif Setahun (Wt 18) Lapisan Surface.....	211
Tabel 5.15. Beban Gandar Kumulatif Setahun (Wt 18) Lapisan Base.....	217
Tabel 5.16. Beban Gandar Kumulatif Setahun (Wt 18) Lapisan Subbase.....	223
Tabel 5.17. Beban Gandar Kumulatif Setahun (Wt 18) Lapisan Surface.....	230
Tabel 5.18. Beban Gandar Kumulatif Setahun (Wt 18) Lapisan Base	236
Tabel 5.19. Beban Gandar Kumulatif Setahun (Wt 18) Lapisan Subbase.....	242
Tabel 5.20. Waktu Konsentrasi Saluran Tepi.....	256
Tabel 5.21. Debit Saluran Kanan.....	264
Tabel 5.22. Debit Saluran Kiri.....	272
Tabel 5.23. Dimensi Saluran Kanan.....	280
Tabel 5.24. Dimensi Saluran Kiri	288
Tabel 5.25. Volume Galian.....	302
Tabel 5.26. Volume Timbunan.....	303
Tabel 5.27. Harga Satuan Upah.....	308
Tabel 5.28. Harga Satuan Bahan	309
Tabel 5.29. Harga Satuan Sewa Alat	315
Tabel 5.30. Rekapitulasi Analisa Harga Satuan Pokok Kegiatan	318
Tabel 5.31. Rekapitulasi Anggaran Biaya	328

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Peta Kabupaten Trenggalek	5
Gambar 1.2. Peta Wilayah Panggul, Kabupaten Trenggalek.....	5
Gambar 1.3. Peta Wilayah Munjungan, Kabupaten Trenggalek .	6
Gambar 2.1. Damaja, Damija, dan Dawasja dilingkungan jalan antar kota	14
Gambar 2.2. Penampang Melintang Jalan Tipikal.....	16
Gambar 2.3. Penampang Melintang Jalan Tipikal dengan trotoar	16
Gambar 2.4. Kemiringan Melintang Jalan Normal.....	18
Gambar 2.5. Bahu Jalan.....	19
Gambar 2.6. Korelasi Nilai fm terhadap Kecepatan Rencana, Vr	21
Gambar 2.7. Metode Pendistribusian Nilai e dan f (AASHTO 2004).....	25
Gambar 2.8. Sketsa Tikungan Full Circle.....	33
Gambar 2.9. Diagram Superelevasi Lengkung Full Circle.....	33
Gambar 2.10. Sketsa Tikungan Spiral- Circle – Spiral.....	34
Gambar 2.11. Diagram Superelevasi Lengkung Spiral- Circle – Spiral	35
Gambar 2.12. Gabungan Dua Tikungan S-C-S Searah.....	36
Gambar 2.13. Gabungan Dua Tikungan S-C-S Searah.....	37
Gambar 2.14. Sketsa Tikungan Spiral- Spiral	37
Gambar 2.15. Diagram Superelevasi Lengkung Spiral- Spiral..	38

Gambar 2.16. Jarak pandang < panjang tikungan ($J_h < L_t$)	39
Gambar 2.17. Jarak pandang > panjang tikungan ($J_h > L_t$)	39
Gambar 2.18. Pelebaran karena tapak roda belakang tidak mengikuti tapak roda depan (U)	42
Gambar 2.19. Pelebaran karena overhang depan (F_a)	42
Gambar 2.20. Lengkung Vertikal Cembung ($S < L$)	45
Gambar 2.21. Lengkung Vertikal Cembung ($S > L$)	46
Gambar 2.22. Lengkung Vertikal Cekung ($S < L$)	47
Gambar 2.23. Lengkung Vertikal Cekung ($S > L$)	47
Gambar 2.24. Lengkung Vertikal Cembung	48
Gambar 2.25. Lengkung Vertikal Cekung	49
Gambar 2.26. Susunan Lapisan Konstruksi Perkerasan Lentur	51
Gambar 2.27. Beban Standar 8.16 t	52
Gambar 2.28. Grafik untuk memperkirakan koefisien kekuatan relatif lapis permukaan beton aspal bergradasi rapat (a_1)	60
Gambar 2.29. Variasi koefisien kekuatan relatif lapis pondasi granular (a_2)	60
Gambar 2.30. Variasi koefisien kekuatan relatif lapis pondasi granular (a_3)	61
Gambar 3.1. Diagram Alir Peerncanaan Alinemen Horizontal	77
Gambar 3.2. Diagram Alir Peerncanaan Alinemen Vertikal	78
Gambar 3.3. Diagram Alir Perkerasan Jalan Metode AASTHO	79
Gambar 3.4. Diagram Alir Metodologi	80
Gambar 4.1. Prosentase CBR (Bukit)	94

Gambar 4.2. Prosentase CBR (Pegunungan)	94
Gambar 4.3. Rute 1 (Jalan Eksisting)	99
Gambar 4.4. Rute 2 (Jalan Rencana)	99
Gambar 4.5. Trip Assignment.....	100
Gambar 5.1. Trase Rencana Jalan Panggul - Munjungan	113
Gambar 5.2. Dasar Perhitungan Sudut Tikungan	123
Gambar 5.3. Diagram Superelevasi Tikungan PI 1	135
Gambar 5.4. Lengkung Vertikal	157
Gambar 5.5. Jalan Arteri Luar Kota 2/2 UD.....	203
Gambar 5.6. Structural Layer Coefficient.....	214
Gambar 5.7. Variasi Koefisien Kekuatan Relatif Lapis Pondasi Granular (a2)	220
Gambar 5.8. Variasi Koefisien Kekuatan Relatif Lapis Pondasi Granular (a3)	226
Gambar 5.9. Rencana Tebal Perkerasan Daerah Bukit.....	227
Gambar 5.10. Structural Layer Coefficient.....	233
Gambar 5.11. Variasi Koefisien Kekuatan Relatif Lapis Pondasi Granular (a2)	239
Gambar 5.12. Variasi Koefisien Kekuatan Relatif Lapis Pondasi Granular (a3)	245
Gambar 5.13. Rencana Tebal Perkerasan Daerah Pegunungan	246
Gambar 5.14. Penampang saluran drainase Tipe 1	299
Gambar 5.15. Ilustrasi Tebal Lapis Pondasi Atas.....	305

Gambar 5.16.	Ilustrasi Tebal Lapis Pondasi Bawah	305
Gambar 5.17.	Ilustrasi Tebal Lapis Permukaan Aspal Beton ..	306

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Keberadaan jaringan jalan disisi utara dan sisi selatan Provinsi Jawa Timur tidak sama baik dalam volume lalu lintas dan kapasitas jalannya. Pergerakan lalu lintas barang dan manusia di bagian utara lebih maju dibandingkan bagian selatan Provinsi Jawa Timur. Sebagai contoh keberadaan Jalan Pantura yang memiliki signifikansi sangat tinggi dan menjadi urat nadi utama transportasi darat, karena setiap hari dilalui 20.000- 70.000 kendaraan. Wilayah selatan lebih berpotensi dari segi perekonomiannya, baik dibidang pertanian, industri, kehutanan, pertambangan, maupun kepariwisataannya.

Namun semua itu tidak dapat berkembang secara optimal dikarenakan akses jalan dan infrastruktur yang tidak memenuhi di wilayah tersebut. Kondisi topografi dibagian selatan berupa pegunungan, sehingga untuk pembangunan akses jalan pada wilayah tersebut dibutuhkan biaya yang cukup besar. Ketersediaan lahan yang sebagian besar adalah milik perhutani menjadi salah satu faktor kendala, karena sulitnya mencari lahan pengganti untuk lahan perhutani yang digunakan dalam proyek Jalur Lintas Selatan (lahan yang belum dibebaskan mencapai 111,744 ha, tersebar di kecamatan Watulimo, Munjungan, dan kecamatan Panggul).

Jalan untuk Jalur Lintas Selatan (JLS) merupakan jalan yang menghubungkan antar daerah di bagian selatan Pulau Jawa. Salah satu daerah yang dilewati, yaitu ruas jalan Panggul- Munjungan yang terdapat di kabupaten Trenggalek, Jawa Timur. Penambahan Jalur Lintas Selatan ini dimaksudkan guna menambah akses jalan dibagian Selatan Jawa Timur, karena selama ini pergerakan lalu lintas yang mendominasi di bagian Jalur Pantura.

Agar ruas jalan dapat memiliki koordiansi alinemen yang baik dan dapat melayani arus lalu lintas sesuai dengan umur rencana, maka diperlukan perencanaan geometrik dan perkerasan yang baik. Perencanaan trase jalan yang efisien dan aman sangat di perhitungkan mengingat kondisi medan berupa pegunungan. Dengan dibangunnya ruas jalan ini maka diharapkan akan meningkatkan aksesibilitas dan membuka isolasi masyarakat di wilayah selatan, serta mempersingkat waktu tempuh ke pusat- pusat perdagangan.

1.2. Perumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut , perumusan masalah yang perlu disampaikan yaitu:

1. Berapa persen volume kendaraan yang akan melewati jalan tersebut?
2. Bagaimana perencanaan geometrik yang sesuai untuk ruas jalan Panggul- Desa Sobo mengingat kondisi medan adalah pegunungan, yang mana dapat menjadi akses jalan yang aman dilalui oleh pengendara?
3. Berapa tebal perkerasan rencana?
4. Berapa dimensi saluran drainase yang dibutuhkan untuk mengalirkan air supaya tidak terjadi genangan pada permukaan jalan tersebut?
5. Berapa besar volume galian dan timbunan untuk merencanakan alinemen vertikal?
6. Berapa anggaran yang dikeluarkan untuk pembangunan jalan tersebut?

1.3. Tujuan

Tujuan dari penyusunan tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui perpindahan volume kendaraan dari jalan eksisting ke jalan baru.

2. Merencanakan bentuk geometrik yang sesuai untuk ruas jalan Panggul- Desa Sobo untuk Jalur Lintas Selatan dengan mempertimbangkan kontur yang tersedia pada peta topografi.
3. Merencanakan alinemen horizontal dan alinemen vertikal sesuai dengan pedoman yang ada.
4. Merencanakan tebal perkerasan rencana berdasarkan LHR dan daya dukung tanah yang ada.
5. Merencanakan dimensi saluran drainase yang digunakan.
6. Mengetahui volume galian timbunan.
7. Mengetahui biaya yang dikeluarkan untuk pembangunan jalan di medan pegunungan.

1.4. Batasan Masalah

Berdasarkan kondisi diatas, maka batasan masalah yang dilakukan hanya terbatas pada:

1. Perencanaan yang dilakukan meliputi perencanaan trase, alinemen horizontal dan vertikal, serta jarak pandang dengan Metode AASTHO.
2. Perencanaan tebal perkerasan jalan dengan Metode AASTHO 1993.
3. Perkerasan jalan dengan *flexible pavement*.
4. Tidak membahas gorong- gorong, dan bangunan terjun.
5. Tidak membahas perencanaan jembatan.
6. Tidak membahas perkuatan tanah dan stabilitas lereng.
7. Tidak membahas metode pelaksanaan dilapangan.
8. Rute yang direncanakan adalah Panggul- Desa Sobo STA 0+00 s/d 14+556.18.

1.5. Manfaat

1. Mengetahui prosentase kendaraan yang melewati jalan baru.
2. Perhitungan perencanaan geometrik Jalur Lintas Selatan ruas jalan Panggul- Desa Sobo yang aman, nyaman, dan efisien untuk pengendara dengan medan pegunungan.

3. Mengetahui perkerasan jalan yang baik di daerah pegunungan.
4. Mengetahui volume galian dan timbunan yang dibutuhkan dalam pembangunan jalan untuk Jalur Lintas Selatan pada ruas jalan Panggul- Desa Sobo.
5. Dapat merencanakan saluran drainase yang baik.
6. Mengetahui anggaran yang digunakan untuk pembangunan jalan tersebut.

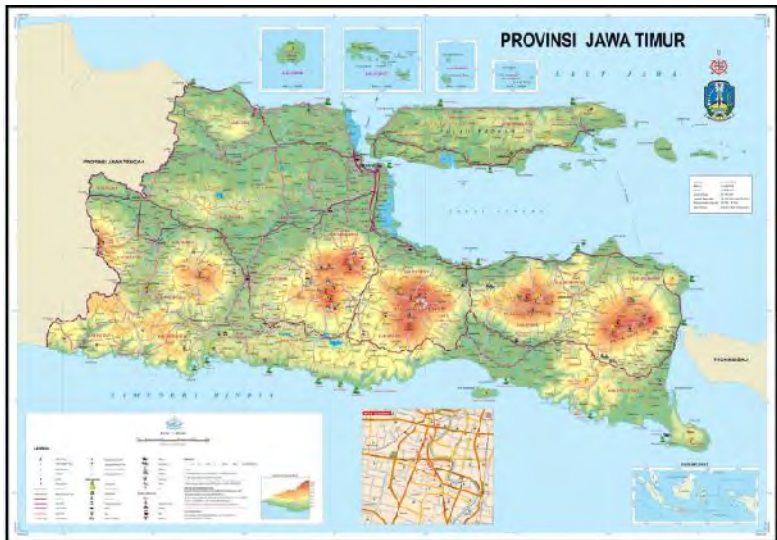
1.6. Lokasi

Lokasi studi ini terdapat di bagian selatan Kabupaten Trenggalek yang merupakan daerah pegunungan dan perbukitan.

Aspek Geometrik Jalan yang direncanakan adalah sebagai berikut:

Ruas jalan Panggul- Desa Sobo (Munjungan)

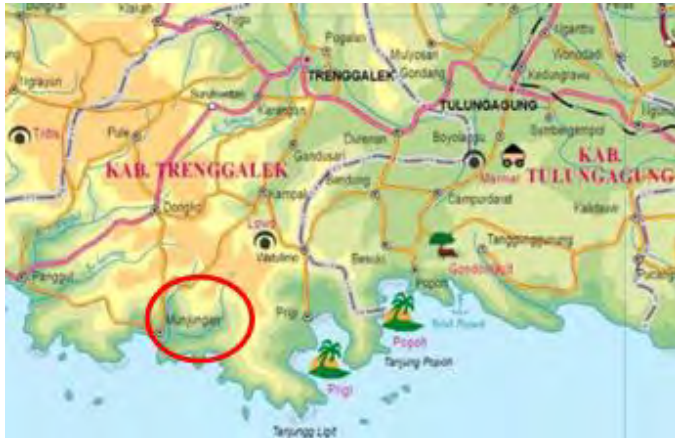
Prasarana Jalan	: Jalan Sedang
Kelas Jalan	: Kolektor
Medan	: Kelas III
Kecepatan Rencana	: 30 – 60 km/jam
Lebar Perkerasan	: 2 x 3.5 m
Lebar bahu min	: 1.5 m
Kemiringan Melintang Perkerasan	: - 2%
Kemiringan Melintang Bahu Jalan	: - 4%
Super Elevasi Maksimum	: 10% (luar kota)
Landai Maksimum	: 11%
Panjang Landai Maksimum (40 km/jam)	: 250 m
Jari- jari Lengkung Minimum	: 60 m



Gambar 1.1. Peta Kabupaten Trenggalek



Gambar 1.2. Peta Wilayah Panggul, Kabupaten Trenggalek



Gambar 1.3. Peta Wilayah Munjungan, Kabupaten Trenggalek

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Jalan

Menurut Undang- Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 pengertian jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, diatas permukaan tanah, dibawah permukaan tanah dan/ air, serta diatas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel.

Sedang berdasarkan Undang- Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan mendefinisikan Jalan adalah seluruh bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi Lalu lintas umum, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan rel dan jalan kabel.

Perencanaan geometrik jalan adalah perencanaan rute dari suatu ruas jalan secara lengkap, meliputi beberapaelemen yang disesuaikan dengan kelengkapan dan data yang ada atau tersedia dari hasil survey lapangan dan telah dianalisis, serta mengacu pada ketentuan yang berlaku.(L.Hendarsin Shirley,2000)

Yang menjadi dasar perencanaan geometrik adalah sifat gerakan dan ukuran kendaraan, sifat pengemudi dalam mengendalikan gerak kendaraannya, dan karakteristik arus lalu lintas. Hal tersebut haruslah menjadi bahan pertimbangan perencana sehingga dihasilkan bentuk dan ukuran jalan, serta ruang gerak kendaraan yang memenuhi

tingkat kenyamanan dan keamanan yang diharapkan. (Silvia Sukirman, 1999)

Dalam merencanakan konstruksi jalan, baik perencanaan geometrik maupun perkerasan jalannya harus memperhatikan beberapa aspek, diantaranya:

- a. Aspek lalu lintas
- b. Aspek trase dan geometrik jalan
- c. Aspek perkerasan jalan
- d. Aspek drainase
- e. Aspek hidrologi

2.2. Aspek Lalu Lintas

2.2.1. Klasifikasi Jalan

A. Klasifikasi menurut fungsi jalan:

- a. Jalan Arteri
Jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.
- b. Jalan Kolektor
Jalan yang melayani angkutan pengumpul/ pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk di batasi.
- c. Jalan Lokal
Jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak di batasi.

B. Klasifikasi menurut kelas jalan:

- a. Klasifikasi menurut kelas jalan berkaitan dengan kemampuan jalan untuk menerima beban lalu lintas, dinyatakan dalam muatan sumbu terberat (MST) dalam satuan ton.

- b. Klasifikasi menurut kelas jalan dan ketentuannya serta kaitannya dengan kasifikasi menurut fungsi jalan dapat dilihat dalam **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1. Klasifikasi menurut kelas jalan

Fungsi	Kelas	Muatan Sumbu Terberat MST (ton)
Arteri	I	>10
	II	10
	III A	8
Kolektor	III A	8
	III B	

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997.

- C. Klasifikasi menurut medan jalan
- Medan jalan diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus garis kontur.
 - Klasifikasi menurut medan jalan untuk perencanaan geometrik dapat dilihat dalam **Tabel 2.2**:

Tabel 2.2. Klasifikasi menurut medan jalan

No	Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan (%)
1	Datar	D	<3
2	Perbukitan	B	3-25
3	Pegunungan	G	>25

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997.

- c. Keseragaman kondisi medan yang diproyeksikan harus mempertimbangkan keseragaman kondisi medan menurut rencana trase jalan dengan mengabaikan perubahan-perubahan pada bagian kecil dari segmen rencana jalan tersebut.
- D. Klasifikasi menurut wewenang pembinaan jalan
Klasifikasi jalan menurut wewenang pembinaannya sesuai PP. No.34 Tahun 2006 Pasal 25, yaitu:
 - a. Jalan Nasional
 - b. Jalan Propinsi
 - c. Jalan Kabupaten
 - d. Jalan Kota
 - e. Jalan Desa

2.2.2.Kriteria Perencanaan

A. Kendaraan Rencana

- a. Kendaraan Rencana adalah kendaraan yang dimensi dan radius putarnya dipakai sebagai acuan dalam perencanaan geometrik.
- b. Kendaraan rencana dikelompokkan ke dalam 3 kategori:
 - Kendaraan Kecil, diwakili oleh mobil penumpang;
 - Kendaraan Sedang, diwakili oleh truk 3 as tandem atau oleh bus besar 2 as;
 - Kendaraan Besar, diwakili oleh truk-semi-trailer.

Tabel 2.3. Dimensi Kendaraan Rencana

Kategori Kendaraan Rencana	Dimensi Kendaraan (cm)			Tonjolan (cm)		Radius Putar		Radius Tonjolan (cm)
	Tinggi	Lebar	Panjang	Depan	Belakang	Min	Max	
Kendaraan Kecil	130	210	580	90	150	420	730	780
Kendaraan Sedang	410	260	1210	210	240	740	1280	1410
Kendaraan Besar	410	260	2100	120	90	290	1400	1370

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997.

B. Satuan Mobil Penumpang

- SMP adalah angka satuan SMP adalah angka satuan kendaraan dalam hal kapasitas jalan, di mana mobil penumpang ditetapkan memiliki satu SMP.
- Detail nilai SMP dapat dilihat pada buku Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) No.036/TBM/1997.
- SMP untuk jenis jenis kendaraan dan kondisi medan lainnya dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 2.4. Ekvivalen Mobil Penumpang (emp)

No	Jenis Kendaraan	Datar/ Perbukitan	Pegunungan
1	Sedan, Jeep, Station Wagon.	1,0	1,0
2	Pick- up, Bus kecil, Truck Kecil	1,2 – 2,1	1,9 – 3,5
3	Bus dan Truck Besar	1,2 – 5,0	2,2 – 6,0

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997.

Tabel 2.5. Ekr untuk Jalan 2/2 TT

Tipe alinemen	Arus total (kend./jam)	Ekr					
		KBM	BB	TB	SM		
					Lebar jalur lalu lintas(m)		
					< 6m	6 - 8m	> 8m
Datar	0	1,2	1,2	1,8	0,8	0,6	0,4
	800	1,8	1,8	2,7	1,2	0,9	0,6
	1350	1,5	1,6	2,5	0,9	0,7	0,5
	≥ 1900	1,3	1,5	2,5	0,6	0,5	0,4
Bukit	0	1,8	1,6	5,2	0,7	0,5	0,3
	650	2,4	2,5	5,0	1,0	0,8	0,5
	1100	2,0	2,0	4,0	0,8	0,6	0,4
	≥ 1600	1,7	1,7	3,2	0,5	0,4	0,3
Gunung	0	3,5	2,5	6,0	0,6	0,4	0,2
	450	3,0	3,2	5,5	0,9	0,7	0,4
	900	2,5	2,5	5,0	0,7	0,5	0,3
	> 1350	1,9	2,2	4,0	0,5	0,4	0,3

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014
Kapasitas Jalan Antara Kota

C. Volume Lalu Lintas Rencana

- Volume Lalu Lintas Harian Rencana (VLHR) adalah prakiraan volume lalu lintas pada akhir tahun rencana lalu lintas dinyatakan dalam SMP/hari.
- Volume Jam Rencana (VJR) adalah prakiraan volume lalu lintas pada jam sibuk tahun rencana lalu lintas, dinyatakan dalam SMP/jam, dihitung dengan rumus:

$$VJR = VLHR \times \frac{K}{F} \dots \dots \dots (2.1)$$

dimana:

VJR : Volume Jam Rencana (smp/ hari)

VLHR : Volume Lalu lintas Harian Rencana (smp/ hari)

K : Faktor volume lalu lintas jam sibuk (%)

F : Faktor variasi tingkat lalu lintas per
seperempat jam dalam 1 jam (%).

Tabel 2.6. Penentuan Faktor- K dan Faktor- F

VLHR	Faktor K (%)	Faktor F (%)
>50.000	4 – 6	0,9 – 1
30.000 - 50.000	6 - 8	0,8 – 1
10.000 - 30.000	6- 8	0,8 – 1
5.000 - 10.000	8-10	0,6-0,8
1.000 - 5.000	10-12	0,6- 0,8
< 1.000	12 - 16	<0,6

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan
Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997.*

- c. VJR juga digunakan untuk menghitung jumlah lajur jalan dan fasilitas lalu lintas lainnya yang diperlukan. Tabel berikut akan menyajikan tentang faktor K dan faktor F yang sesuai dengan VLHR nya.

D. Kecepatan Rencana

Yaitu kecepatan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometrik jalan yang memungkinkan kendaraan-kendaraan bergerak dengan aman dan nyaman dalam kondisi cuaca yang cerah, lalu lintas yang lengang, dan pengaruh samping jalan yang tidak berarti.

Tabel 2.7. Kecepatan Rencana V_R , sesuai klasifikasi fungsi & klasifikasi medan jalan

Fungsi	Kecepatan Rencana V_R km/jam		
	Datar	Bukit	Pegunungan
Arteri	70-120	60-80	40-70
Kolektor	60-90	50-60	30-50
Lokal	40-70	30-50	20-30

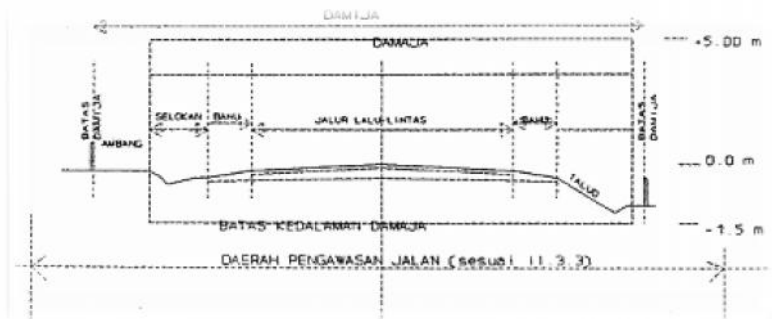
Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997.

2.2.3. Bagian – Bagian Jalan

A. Daerah Manfaat Jalan

Daerah Manfaat Jalan (DAMAJA), dibatasi oleh:

- lebar antara batas ambang pengaman konstruksi jalan di kedua sisi jalan,
- tinggi 5 meter di atas permukaan perkerasan pada sumbu jalan, dan
- kedalaman ruang bebas 1,5 meter di bawah muka jalan.



Gambar 2.1. Damaja, Damija, dan Dawasja dilingkungan jalan antar kota

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997.

B. Daerah Milik Jalan

Ruang Daerah Milik Jalan (DAMIJA) dibatasi oleh lebar yang sama dengan Damaja ditambah ambang pengaman konstruksi jalan dengan tinggi 5 meter dan kedalaman 1.5 meter.

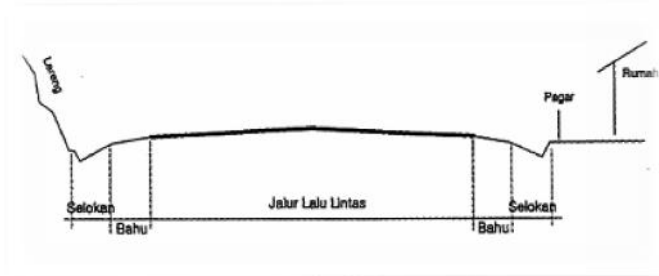
C. Daerah Pengawasan Jalan

- a. Ruang Daerah Pengawasan Jalan (Dawasja) adalah ruang sepanjang jalan di luar. Damaja yang dibatasi oleh tinggi dan lebar tertentu, diukur dari sumbu jalan sebagai berikut (**Gambar 11.7**):
 - jalan Arteri minimum 20 meter,
 - jalan Kolektor minimum 15 meter,
 - jalan Lokal minimum 10 meter.
- b. Untuk keselamatan pemakai jalan, Dawasja di daerah tikungan ditentukan oleh jarak pandang bebas.

2.2.4. Penampang Melintang

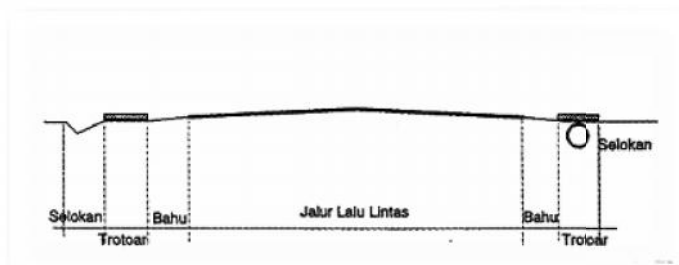
Penampang melintang jalan terdiri atas bagian-bagian sebagai berikut (lihat **Gambar 2.2** s/d. **Gambar 2.3**.):

- A.. Jalur lalu lintas;
- B. Median dan jalur tepian (kalau ada);
- C. Bahu;
- D. Jalur pejalan kaki;
- E. Selokan; dan
- F. Lereng.



Gambar 2.2. Penampang Melintang Jalan Tipikal

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997



Gambar 2.3. Penampang Melintang Jalan Tipikal dengan trotoar

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997.

2.2.5. Jalur Lalu Lintas

A. Jalur

- a. Jalur lalu lintas adalah bagian jalan yang dipergunakan untuk lalu lintas kendaraan yang secara fisik berupa perkerasan jalan.
- b. Jalur lalu lintas dapat terdiri atas beberapa lajur.
- c. Jalur lalu lintas dapat terdiri atas beberapa tipe:

- 1 jalur-2 lajur-2 arah (2/2 TB)
- 1 jalur-2 lajur-1 arah (2/1 TB)
- 2 jalur-4 lajur-2 arah (4/2 B)
- 2 jalur-n lajur-2 arah (n/2 B),

Keterangan: TB = tidak terbagi.
 B = terbagi
 n = jumlah lajur

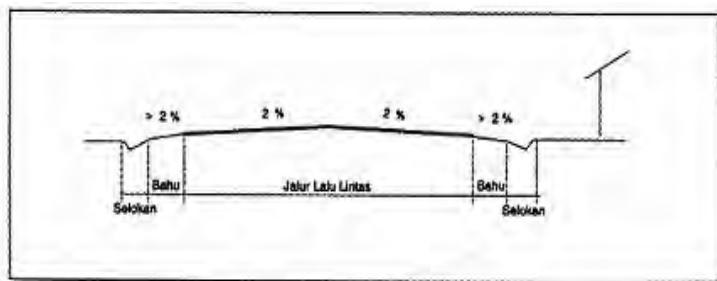
B. Lajur

- a. Lajur adalah bagian jalur lalu lintas yang memanjang, dibatasi oleh marka lajur jalan, memiliki lebar yang cukup untuk dilewati suatu kendaraan bermotor sesuai kendaraan rencana.
- b. Lebar lajur tergantung pada kecepatan dan kendaraan rencana, dalam hal ini dinyatakan dengan fungsi dan kelas jalan seperti ditetapkan pada **Tabel 2.7**
- c. Jumlah lajur ditetapkan dengan mengacu kepada MKJI berdasarkan tingkat kinerja yang direncanakan, di mana untuk suatu ruas jalan dinyatakan oleh nilai rasio antara volume terhadap kapasitas yang nilainya tidak lebih dari 0.80.
- d. Untuk kelancaran drainase permukaan, lajur lalu lintas pada alinemen lurus memerlukan kemiringan melintang normal sebagai berikut (lihat **Gambar 2.4**):
 - 2-3% untuk perkerasan aspal dan perkerasan beton;
 - 4-5% untuk perkerasan kerikil

Tabel 2.8. Lebar Lajur Jalan Ideal

Fungsi	Kelas	Lebar Jalur Ideal (m)
Arteri	I	3,75
	II,III A	3,50
Kolektor	III A, III B	3,00
Lokal	III C	3,00

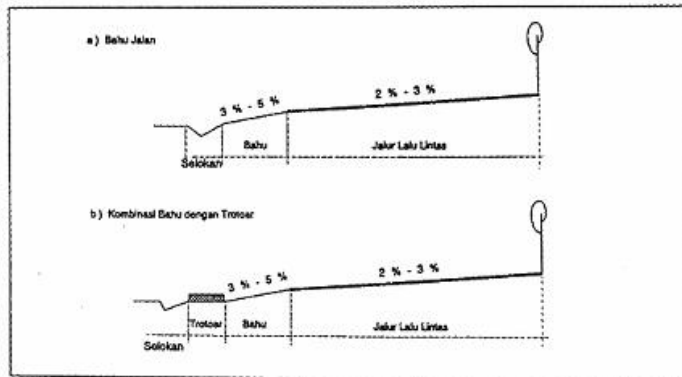
Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997.

**Gambar 2.4.** Kemiringan Melintang Jalan Normal

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997.

C. Bahu Jalan

- a. Bahu jalan adalah bagian jalan yang terletak di tepi jalur lalu lintas dan harus diperkeras.
 - Kemiringan bahu jalan normal antara 3%- 5 %



Gambar 2.5. Bahu Jalan

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997.

D. Median Jalan

- Median adalah bagian bangunan jalan yang secara fisik memisahkan dua jalur lalu lintas yang berlawanan arah.
- Jalan 2 arah dengan 4 lajur atau lebih perlu dilengkapi dengan median.

2.2.6. Jarak Pandang

Jarak Pandang adalah suatu jarak yang diperlukan oleh seorang pengemudi pada saat mengemudi sedemikian sehingga jika pengemudi melihat suatu halangan yang membahayakan, pengemudi dapat melakukan sesuatu untuk menghindari bahaya tersebut dengan aman. Dibedakan dua jarak pandang, yaitu Jarak Pandang Henti (J_h) dan Jarak Pandang Mendahului (J_d).

A. Jarak Pandang Henti Minimum

Adalah jarak yang ditempuh pengemudi untuk menghentikan kendaraan yang bergerak setelah melihat adanya rintangan pada lajur yang dilaluinya. Besarnya jarak pandang henti minimum sangat tergantung pada kecepatan rencana jalan.

Rumus umum Jarak Pandang Henti Minimum (Sukirman, 1994) adalah sebagai berikut:

$$d = 0.278 \cdot V \cdot t + \frac{V^2}{254 f_m} \quad (2.2)$$

Keterangan :

f_m : koefisien gesekan antara ban dan permukaan jalan dalam arah memanjang jalan (**Gambar 2.6**)

V : kecepatan kendaraan, km/jam

t : waktu reaksi = 2.5 detik.

Untuk jalan dengan kelandaian, besarnya jarak pandang henti minimum adalah sebagai berikut: (Sukirman, 1994)

$$d = 0.278 \cdot V \cdot t + \frac{V^2}{254(f_m \pm L)} \quad (2.3)$$

Keterangan :

L : besarnya landai jalan dalam desimal

$+$: untuk pendakian

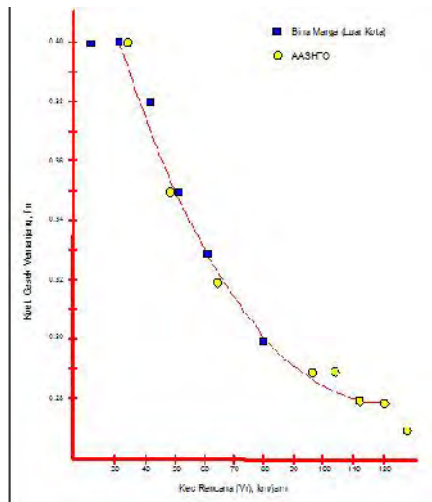
$-$: untuk penurunan

Besarnya jarak pandang henti berdasarkan beberapa kecepatan rencana ditunjukkan pada **Tabel 2.9**.

Tabel 2.9. Panjang Jarak Pandang Henti Minimum

Kecepatan Rencana, V_r (km/jam)	Kecepatan Jalan, V_j (km/jam)	Koefisien Gesek Jalan, f_m	d perhitungan untuk V_r (m)	d perhitungan untuk V_j (m)	d desain (m)
30	27	0.400	29.71	25.94	25-30
40	36	0.375	44.60	38.63	40-45
50	45	0.350	62.87	54.05	55-65
60	54	0.330	84.65	72.32	75-85
70	63	0.313	110.28	93.71	95-110
80	72	0.300	139.59	118.07	120-140
100	90	0.285	207.64	174.44	175-210
120	108	0.280	285.87	239.06	240-285

Sumber : Sukirman, 1994.

**Gambar 2.6.** Korelasi Nilai f_m terhadap Kecepatan Rencana, V_r

Sumber : Modul Ajar Rekayasa Jalan Raya

B. Jarak Pandang Mendahului

- J_d adalah jarak yang memungkinkan suatu kendaraan mendahului kendaraan lain didepannya

dengan aman sampai kendaraan tersebut kembali ke lajur semula.

- b. J_d diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan adalah 105 cm.
- c. J_d dalam satuan meter ditentukan rumus sebagai berikut:

$$J_d = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana :

d_1 = jarak yang ditempuh selama waktu tanggap (m),

d_2 = jarak yang ditempuh selama mendahului sampai dengan kembali ke lajur semula (m),

d_3 = jarak antara kendaraan yang mendahului dengan kendaraan yang datang dari arah berlawanan setelah proses mendahului selesai (m),

d_4 = jarak yang ditempuh oleh kendaraan yang datang dari arah berlawanan, yang besarnya diambil sama dengan $213 d_2$ (m)

Tabel 2.10. Jarak Pandang Menyiap Minimum

Kecepatan Rencana, V_r (km/jam)	Jarak pandangan menyiap standar perhitungan (m)	Jarak pandangan menyiap standar desain (m)	Jarak pandangan menyiap minimum perhitungan (m)	Jarak pandangan menyiap minimum desain (m)
30	146	150	109	100
40	207	200	151	150
50	274	275	196	200
60	353	350	250	250
70	437	450	307	300
80	527	550	368	400
100	720	750	496	500
120	937	950	638	650

Sumber : Sukirman, 1994.

2.3. Aspek Trase dan Geometrik Jalan

2.3.1. Alinemen Horizontal

Alinemen horisontal merupakan proyeksi sumbu jalan tegak lurus bidang horisontal yang terdiri dari susunan garis lurus (tangen) dan garis lengkung (busur lingkaran, spiral).

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan lengkung horisontal adalah sebagai berikut :

A. Superelevasi (e)

Superelevasi merupakan kemiringan melintang permukaan jalan pada tikungan dengan maksud untuk mengimbangi pengaruh gaya sentrifugal di tikungan sehingga kendaraan aman, nyaman dan stabil ketika melaju maksimum sesuai kecepatan rencana pada tikungan tersebut. Jari-jari minimum yang tidak memerlukan superelevasi ditunjukkan pada **Tabel 2.11**.

Tabel 2.11. Jari- jari minimum untuk kemiringan normal

V_r (km/jam)	Jari- jari minimum (m)
100	5000
80	3500
60	2000
50	1300
40	800
30	500
20	200

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997.

Terdapat 5 metode distribusi nilai e dan f pada alinemen horizontal seperti yang disajikan pada **Gambar 2.7**. (AASTHO 2004). Penjelasan ke lima metode tersebut adalah:

1. Metode ke 1

Pada metode ini, hubungan antara nilai e dan f berbanding lurus baik pada kecepatan rencana maupun pada kecepatan aktual (80% - 90% kecepatan rencana). Sehingga bisa dikatakan metode ini merupakan metode yang ideal. Akan tetapi, metode ini membutuhkan kecepatan yang konstan pada saat melintasi alinemen horisontal. Kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa umumnya pengemudi akan mengalami kesulitan dalam mempertahankan kecepatan yang konstan terutama pada lalu lintas yang padat. Sehingga metode ini akan sulit untuk diterapkan di lapangan.

2. Metode ke 2

Pada metode ini, prinsip kerjanya adalah gaya gesek f akan bekerja terlebih dahulu sampai dengan f maksimum. Setelah tercapai f maksimum baru kemudian super-elevasi e akan bekerja untuk mengimbangkan gaya sentrifugal. Metode ini baik digunakan untuk jalan dengan kecepatan rendah dan jalan-jalan perkotaan yang relatif tidak membutuhkan super-elevasi besar.

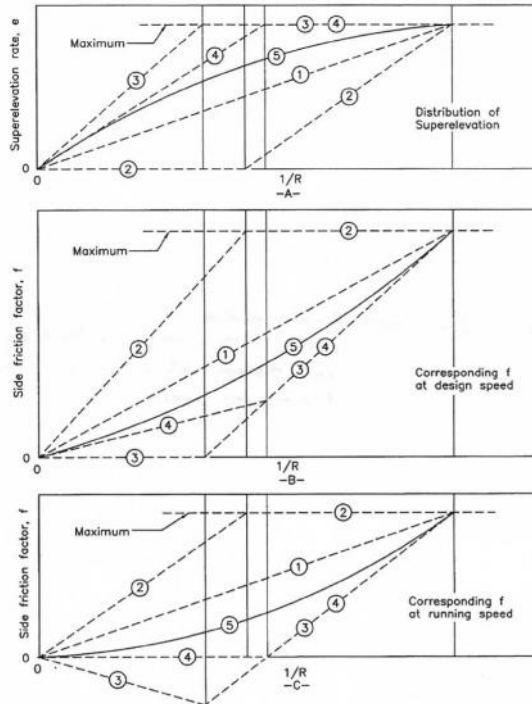
3. Metode ke 3

Metode ini merupakan kebalikan dari metode ke 2, dimana super-elevasi, e akan bekerja sampai dengan e maksimum, selanjutnya gaya gesek f baru akan bekerja. Pada kecepatan rencana kondisi ini tidak begitu bermasalah, akan tetapi pada kecepatan aktual akan didapat nilai koefisien gesek f yang negatif. Ini berarti bahwa koefisien gesek tersebut akan memperbesar gaya sentrifugal, dimana kondisi ini secara teoritis tidak memungkinkan terjadi.

4. Metode ke 4

Metode ini sebenarnya sama dengan metode ke 3, hanya ada sedikit perubahan konsep kerja koefisien

gesek, dimana perubahan tersebut adalah untuk mengantisipasi adanya koefisien gesek yang negatif pada kecepatan aktual seperti yang terlihat pada **Gambar 2.7**. Metode ini biasanya digunakan pada alinemen horisontal dengan sudut tikungan yang kecil.



Gambar 2.7. Metode Pendistribusian Nilai e dan f
(AASHTO 2004)

5. Metode ke 5

Metode ini merupakan gabungan antara Metode ke 1 dan 4 yang disajikan sebagai garis lengkung parabola yang tidak simetris. Dimana curva tersebut menunjukkan distribusi koefisien gesek f dan super-

elevasi e yang bekerja sepanjang lintasan alinemen horisontal. Berdasarkan kondisi tersebut, metode ini paling umum digunakan termasuk di Indonesia.

Berdasarkan metode ke 5 (AASHTO 2004), perhitungan nilai super-elevasi adalah sebagai berikut:

- $e = (e + f) - f(D) \dots\dots\dots(2.5)$

- $(e + f) = (e_{maks} + f_{maks}) \times \frac{D}{D_{maks}} \dots\dots\dots(2.6)$

- $f_{maks} = -0.00065 * V_D + 0.192 \dots\dots\dots(2.7)$
 \rightarrow untuk $V_D < 80$ km/jam

- $f_{maks} = -0.00125 * V_D + 0.24 \dots\dots\dots(2.8)$
 \rightarrow untuk $V_D > 80$ km/jam

- $D = \frac{1432.39}{R} \dots\dots\dots(2.9)$

- $D_{maks} = \frac{181913,53 (e_{maks} + f_{maks})}{V_D^2} \dots\dots\dots(2.10)$

- $f_1 = M_o * \left(\frac{D}{D_p} \right)^2 + D * tg \, r_1 \dots\dots\dots(2.11)$
 $\rightarrow D < D_p$

- $f_2 = M_o * \left(\frac{D_{maks} - D}{D_{maks} - D_p} \right)^2 + h + (D - D_p) * tg \, r_2$
 $\rightarrow D > D_p \dots\dots\dots(2.12)$

$$\bullet \quad M_o = Dp * (D_{maks} - Dp) * \frac{tg \, r_2 - tg \, r_1}{2 D_{maks}} \dots\dots(2.13)$$

$$\bullet \quad D_p = \frac{181913.53 * e_{maks}}{V_R^2} \dots\dots\dots(2.14)$$

$$\bullet \quad V_R = (80 \% \quad s / d \quad 90 \%) * V_D \dots\dots\dots(2.15)$$

$$\bullet \quad tg \, r_1 = \frac{h}{D_p} \dots\dots\dots(2.16)$$

$$\bullet \quad tg \, r_2 = \frac{f_{maks} - h}{D_{maks} - D_p} \dots\dots\dots(2.17)$$

$$\bullet \quad h = e_{maks} * \frac{V_D^2}{V_R^2} - e_{maks} \dots\dots\dots(2.18)$$

Selain dari metode AASTHO 2004 yang menggunakan perhitungan dalam mencari nilai superelevasi, terdapat pula tabel nilai superelevasi pada AASTHO 2011 yang nilainya ditentukan berdasarkan desain kecepatan, e_{maks} , dan radius yang digunakan untuk desain superelevasi. Tabel superelevasi dengan $e_{maks} = 10\%$ (AASTHO 2011) terdapat pada **Tabel 2.12**.

Tabel 2.12. Radius Minimum untuk Desain Superelevasi, desain kecepatan, dan $e_{\max} = 10\%$

Imperial													
	$V_d = 20$	$V_d = 30$	$V_d = 40$	$V_d = 50$	$V_d = 60$	$V_d = 70$	$V_d = 80$	$V_d = 90$	$V_d = 100$	$V_d = 110$	$V_d = 120$	$V_d = 130$	$V_d = 140$
a (%)	R (ft)	R (m)	R (ft)	R (m)	R (ft)	R (m)	R (ft)	R (m)	R (ft)	R (m)	R (ft)	R (m)	R (m)
10.0	197	459	790	1110	1520	2000	2480	3020	3580	4250	4950	5610	
10.5	145	333	580	815	1120	1480	1840	2250	2740	3160	3700	4250	
11.0	130	300	522	755	1020	1340	1680	2020	2460	2880	3380	3880	
11.5	118	272	474	669	920	1220	1520	1840	2260	2620	3070	3570	
12.0	108	249	434	612	844	1120	1390	1700	2080	2410	2830	3210	
12.5	99	229	399	564	778	1030	1290	1570	1920	2250	2620	2980	
13.0	91	211	368	522	720	952	1190	1460	1790	2070	2440	2780	
13.5	85	196	342	485	670	887	1110	1360	1670	1940	2280	2590	
14.0	79	182	318	453	628	829	1040	1270	1560	1820	2140	2430	
14.5	73	170	297	424	588	777	974	1190	1450	1710	2020	2290	
15.0	68	159	278	398	551	731	917	1120	1380	1610	1910	2170	
15.5	64	149	261	374	519	680	866	1060	1310	1530	1810	2050	
16.0	60	140	245	353	490	652	820	1010	1240	1450	1720	1950	
16.5	56	132	231	333	464	617	777	953	1180	1380	1640	1860	
17.0	53	124	218	315	439	586	738	907	1120	1310	1560	1760	
17.5	50	117	206	299	417	557	703	864	1070	1250	1490	1670	
18.0	47	112	194	283	396	530	670	824	1020	1200	1430	1590	
18.5	44	104	184	268	377	505	640	788	975	1150	1370	1520	
19.0	41	98	174	256	359	482	611	754	934	1100	1320	1460	
19.5	39	93	164	243	343	461	585	723	896	1060	1270	1400	
20.0	36	88	155	232	327	441	561	693	860	1020	1220	1350	
20.5	33	82	146	221	312	422	538	666	817	976	1180	1300	
21.0	31	77	138	210	298	404	516	640	790	941	1140	1260	
21.5	28	72	130	200	285	387	496	616	756	907	1100	1210	
22.0	26	67	121	191	273	372	478	595	738	878	1060	1160	
22.5	24	62	114	181	261	357	458	571	712	846	1030	1130	
23.0	22	58	107	172	249	342	441	551	688	819	995	1100	
23.5	21	55	101	164	238	328	425	532	664	792	965	1070	
24.0	20	51	95	156	228	315	409	515	642	767	934	1040	
24.5	18	48	90	148	218	303	394	496	621	743	907	1000	
25.0	17	45	85	141	208	291	380	479	601	721	882	970	
25.5	16	43	80	135	199	279	366	465	582	699	857	941	
26.0	15	40	76	128	190	268	353	448	564	679	834	908	
26.5	14	38	72	122	182	257	339	432	546	660	812	882	
27.0	13	36	68	116	174	246	326	417	528	641	798	860	
27.5	12	34	64	110	166	236	313	402	509	621	770	844	
28.0	11	32	61	105	158	225	300	386	491	602	751	817	
28.5	11	30	57	99	150	215	287	371	472	582	731	797	
29.0	11	28	54	94	142	204	274	354	453	563	709	769	
29.5	10	28	50	89	133	192	259	337	432	537	685	739	
30.0	9	24	46	81	124	179	242	316	407	509	656	706	
30.5	7	19	38	68	105	154	210	277	358	454	587	639	

Sumber: AASTHO 2011

Tabel 2.12. Radius Minimum untuk Desain Superelevasi, desain kecepatan, dan $e_{\max} = 10\%$ (Lanjutan)

U.S. Customary														
	$V_s = 15$ mph	$V_s = 20$ mph	$V_s = 25$ mph	$V_s = 30$ mph	$V_s = 35$ mph	$V_s = 40$ mph	$V_s = 45$ mph	$V_s = 50$ mph	$V_s = 55$ mph	$V_s = 60$ mph	$V_s = 65$ mph	$V_s = 70$ mph	$V_s = 75$ mph	$V_s = 80$ mph
e (%)	R (ft)	R (ft)	R (ft)	R (ft)	R (ft)	R (ft)	R (ft)	R (ft)	R (ft)	R (ft)	R (ft)	R (ft)	R (ft)	R (ft)
NC	947	1095	1243	1391	1539	1687	1835	1983	2131	2279	2427	2575	2723	2871
10	694	1230	1766	2302	2838	3374	3910	4446	4982	5518	6054	6590	7126	7662
2.2	625	1110	1600	2090	2580	3070	3560	4050	4540	5030	5520	6010	6500	6990
2.4	567	1032	1460	2050	2640	3230	3820	4410	5000	5590	6180	6770	7360	7950
2.6	517	916	1330	1840	2420	3000	3580	4160	4740	5320	5900	6480	7060	7640
2.8	475	841	1230	1690	2230	2840	3520	4280	5030	5780	6530	7280	8030	8780
3.0	438	777	1140	1570	2060	2630	3270	3970	4760	5620	6460	7300	8140	8980
3.2	406	720	1050	1430	1830	2450	3040	3700	4440	5250	6090	6930	7770	8610
3.4	377	670	978	1360	1790	2290	2850	3470	4260	5120	6060	6990	7930	8870
3.6	352	625	915	1270	1680	2150	2670	3250	3980	4820	5730	6660	7590	8520
3.8	329	584	856	1190	1580	2020	2510	3060	3800	4650	5540	6450	7360	8270
4.0	308	547	804	1120	1480	1900	2350	2880	3470	4130	4870	5620	6370	7120
4.2	289	514	758	1060	1400	1820	2240	2740	3290	3930	4630	5340	6050	6760
4.4	273	483	715	994	1330	1750	2150	2590	3120	3700	4310	4920	5530	6140
4.6	255	455	673	940	1280	1610	2020	2460	2970	3520	4110	4700	5290	5880
4.8	240	420	636	890	1190	1530	1940	2340	2830	3380	3960	4540	5120	5700
5.0	228	404	601	864	1130	1480	1890	2300	2790	3350	3940	4530	5120	5710
5.2	218	381	569	802	1080	1430	1840	2250	2740	3300	3900	4490	5080	5670
5.4	200	359	539	762	1030	1350	1680	2090	2580	3150	3760	4370	4980	5590
5.6	188	339	511	724	974	1270	1590	1950	2360	2850	3420	4000	4580	5160
5.8	178	316	486	689	929	1210	1520	1870	2280	2760	3340	3930	4510	5100
6.0	164	299	458	658	888	1160	1480	1830	2240	2730	3320	3910	4500	5090
6.2	152	280	435	624	846	1110	1420	1770	2180	2690	3280	3870	4460	5050
6.4	140	260	409	594	809	1060	1360	1690	2100	2610	3200	3790	4380	4970
6.6	130	242	386	564	772	1020	1320	1650	2060	2570	3160	3750	4340	4930
6.8	120	226	365	539	737	974	1260	1590	1990	2490	3080	3670	4260	4850
7.0	112	212	345	509	704	931	1190	1470	1790	2190	2780	3370	3960	4550
7.2	105	199	324	483	671	892	1140	1410	1730	2070	2470	2870	3270	3680
7.4	98	187	306	460	641	855	1100	1360	1670	2000	2390	2790	3190	3590
7.6	92	178	290	437	612	820	1070	1330	1640	1970	2360	2760	3160	3560
7.8	86	165	274	418	582	790	1030	1290	1590	1870	2260	2660	3060	3460
8.0	81	156	260	396	558	759	988	1220	1500	1810	2190	2590	2990	3390
8.2	76	147	246	377	533	723	950	1170	1440	1750	2130	2530	2930	3330
8.4	72	139	234	359	509	692	892	1130	1390	1690	2090	2490	2890	3290
8.6	68	131	221	341	488	662	856	1080	1340	1640	2040	2440	2840	3240
8.8	64	124	209	324	465	635	820	1040	1290	1570	1870	2270	2670	3070
9.0	60	116	198	307	440	609	794	992	1240	1520	1820	2220	2620	3020
9.2	56	108	186	291	416	574	748	948	1190	1460	1740	2140	2540	2940
9.4	52	102	175	274	395	545	710	902	1140	1390	1670	2070	2470	2870
9.6	48	95	165	258	370	513	674	854	1090	1320	1600	1990	2390	2790
9.8	44	87	152	239	343	477	625	798	1010	1230	1510	1890	2290	2690
10.0	38	72	126	205	291	410	540	694	877	1080	1340	1650	1970	2370

Sumber: AASTHO 2011

B. Panjang Bagian Lurus

- a. Dengan mempertimbangkan faktor keselamatan pemakai jalan, ditinjau dari segi kelelahan pengemudi, maka panjang maksimum bagian jalan yang lurus harus ditempuh dalam waktu tidak lebih dari 2,5 menit (sesuai V_R).
- b. Panjang bagian lurus dapat ditetapkan dari **Tabel 2.13.**

Tabel 2.13. Panjang Bagian Lurus Maksimum

Fungsi	Panjang Bagian Lurus Maximum		
	Datar	Perbukitan	Pegunungan
Arteri	3.000	2.500	2.000
Kolektor	2.000	1.750	1.500

Sumber :Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997.

C. Jari- Jari Tikungan

Jari- jari minimum tikungan dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$R_{\min} = \frac{V_R^2}{127(e_{\max} + f_{\max})} \dots \dots \dots (2.19)$$

Dimana:

R_{\min} = jari-jari tikungan minimum (m)

V_R = kecepatan rencana (km/jam)

e_{\max} = superelevasi maksimum (%)

f_{\max} = koefisien gesek maksimum

Tabel 2.14. Jari- jari minimum menurut tipe jalan

Vr (km/jam)	Jari- jari minimum (m)	
	Tipe I	Tipe II
100	380	460
80	230	280
60	120	150
50	80	100
40	-	60
30	-	30
20	-	15

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997.

D. Lengkung Peralihan, L_s (*Length of Spiral*)

Lengkung peralihan adalah lengkung yang disisipkan di antara bagian lurus jalan dan bagian lengkung jalan berjari- jari tetap R , berfungsi mengantisipasi perubahan alinemen jalan dari bentuk lurus (R tak terhingga) sampai bagian lengkung jalan berjari jari tetap R sehingga gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan saat berjalan di tikungan berubah secara berangsur- angsur, baik ketika kendaraan mendekati tikungan maupun meninggalkan tikungan.

Berikut ini nilai lengkung peralihan (L_s) menurut AASTHO 2011, terdapat pada **Tabel 2.15**.

Tabel 2.15. Nilai Lengkung Spiral (Ls)

Metric		U.S. Customary	
Design Speed (km/h)	Spiral Length (m)	Design Speed (mph)	Spiral Length (ft)
20	11	15	44
30	17	20	59
40	22	25	74
50	28	30	88
60	33	35	103
70	39	40	117
80	44	45	132
90	50	50	147
100	56	55	161
110	61	60	176
120	67	65	191
130	72	70	205
		75	220
		80	235

Sumber: AASTHO 2011

Ada 3 macam lengkung pada perencanaan alinyemen horizontal, yaitu:

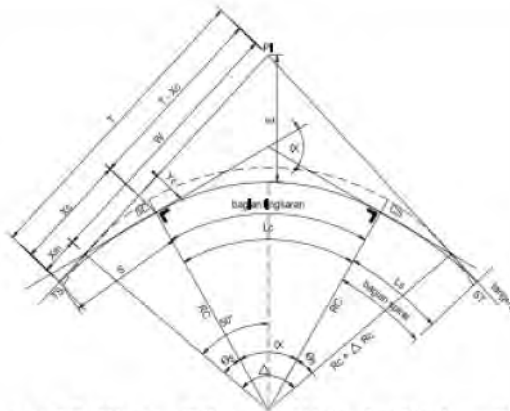
- a. Full Circle
 - Tikungan jenis *full circle* umumnya digunakan pada tikungan yang mempunyai jari-jari tikungan besar dan sudut tangen kecil.
 - **Tabel 2.16.** menunjukkan jari-jari minimum tikungan yang tidak memerlukan lengkung peralihan.

b. Spiral- Circle- Spiral

Tikungan jenis *Spiral – Circle – Spiral* (**Gambar 2.9**) digunakan pada tikungan yang mempunyai jari-jari dan sudut tangen yang sedang. Pada tikungan ini, perubahan dari tangen ke lengkung lingkaran dijembatani dengan adanya lengkung spiral (L_s).

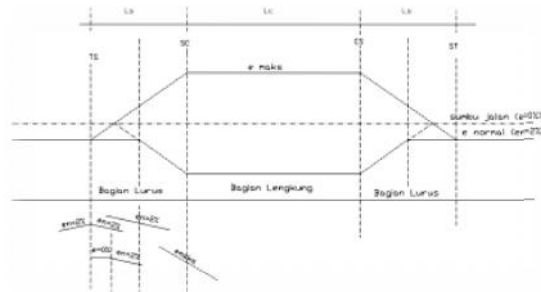
Fungsi dari lengkung spiral :

- Menjaga agar perubahan gaya sentrifugal yang timbul pada waktu kendaraan memasuki atau meninggalkan tikungan dapat terjadi secara berangsur-angsur.
- Untuk membuat kemiringan transisi lereng jalan menjadi superelevasi tidak terjadi secara mendadak dan sesuai dengan gaya sentrifugal yang timbul sehingga keamanan dan kenyamanan terjamin.



Gambar 2.10. Sketsa Tikungan Spiral- Circle – Spiral

Sumber : *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota*, Ditjen Bina Marga 1997.



Gambar 2.11. Diagram Superelevasi Lengkung Spiral-Circle – Spiral

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997.

Parameter Lengkung Spiral- Circle- Spiral

$$\bullet \quad \Theta_s = \frac{90 \times L_s}{\mu R} \dots\dots\dots (2.24)$$

$$\bullet \quad L_c = \frac{L_s^2}{6R} - R (1 - \cos \Theta_s) \dots\dots\dots (2.25)$$

$$\bullet \quad p = \frac{L_s^2}{6R} - R (1 - \cos \Theta_s) \dots\dots\dots (2.26)$$

$$\bullet \quad k = L_s - \frac{L_s^3}{40R^2} - R \times \sin \Theta_s \dots\dots\dots (2.27)$$

$$\bullet \quad T_s = (R+p) \times \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} \Delta \right) + k \dots\dots\dots (2.28)$$

$$\bullet \quad E = \frac{(R+p)}{\cos \left(\frac{1}{2} \Delta \right)} - R \dots\dots\dots (2.29)$$

$$\bullet \quad X_s = L_s \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \times R} \right) \dots\dots\dots (2.30)$$

- $Y_s = \frac{Ls^2}{6xR} \dots \dots \dots (2.31)$

Dimana:

Θ_s = sudut spiral pada titik SC

Ls = panjang lengkung spiral

R = jari- jari alinemen horizontal, m

= sudut alinemen horizontal, °

Lc = panjang busur lingkaran, m

Ts = jarak titik Ts dari PI, m

= titik awal mulai masuk ke daerah lengkung

E = jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran, m

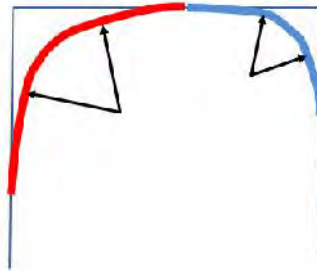
X_s, Y_s = koordinat titik peralihan dari spiral ke circle (SC), m

- Gabungan dua tikungan S-C-S searah

Tidak ada masalah, bahkan dapat diperpendek dengan spiral gabungan.

Panjang spiral gabungan :

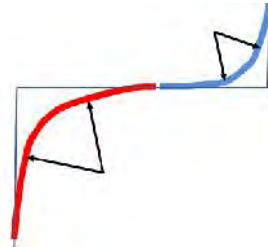
$D = m(e_1 - e_2) 0.5 W \dots \dots \dots (2.32)$



Gambar 2.12. Gabungan Dua Tikungan S-C-S Searah

Sumber: Materi Kuliah Pelebaran Tikungan dan Stasioning

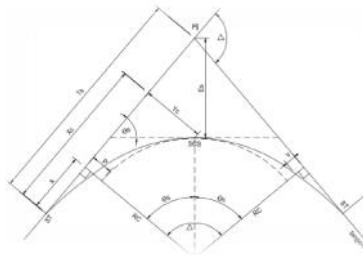
- Gabungan dua tikungan S-C-S berbalik arah
Tidak ada masalah



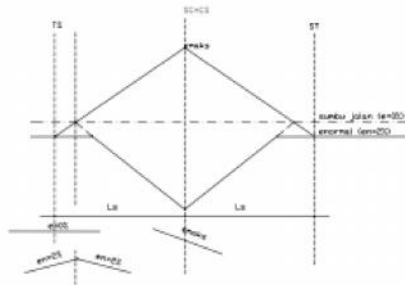
Gambar 2.13. Gabungan Dua Tikungan S-C-S Searah
Sumber: Materi Kuliah Pelebaran Tikungan dan Stasioning

c. Spiral- Spiral

Tikungan jenis spiral-spiral digunakan pada tikungan tajam dengan sudut tangen yang besar. Pada prinsipnya lengkung *spiral-spiral* (Gambar 2.8) sama dengan lengkung *spiral-circle-spiral*. Hanya saja pada tikungan *spiral-spiral* tidak terdapat busur lingkaran sehingga nilai lengkung tangen (L_1) adalah 2 kali lengkung spiral L_s . Pada nilai $L_c = 0$ atau $S_c = 0$ tidak ada jarak tertentu dalam masa tikungan yang sama miringnya sehingga tikungan ini kurang begitu bagus pada superelevasi.



Gambar 2.14. Sketsa Tikungan Spiral- Spiral
Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997.



Gambar 2.15. Diagram Superelevasi Lengkung Spiral-Spiral

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997.

E. Daerah Bebas Samping di Tikungan

- a. Jarak Pandang < Panjang Tikungan ($J_h < L_t$)

$$E = R' \left(1 - \cos\left(\frac{28.65xS}{R'}\right) \right) \dots\dots\dots (2.33)$$

Dimana :

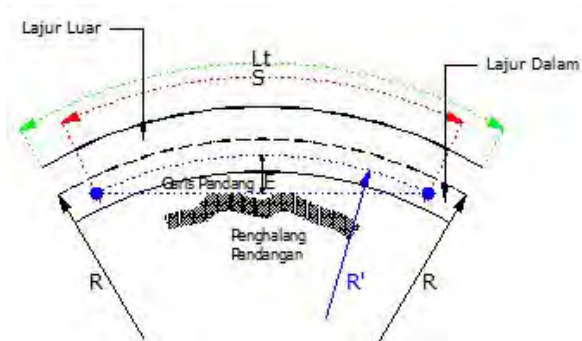
E = kebebasan samping (m)

R = Jari- jari tikungan (m)

R' = jari- jari sumbu lajur dalam (m)

S = Jarak pandang (m)

L_t = Panjang tikungan (m)



Gambar 2.16. Jarak pandang < panjang tikungan ($J_h < L_t$)

Sumber : Modul Ajar Rekayasa Jalan Raya

b. Jarak Pandang > Panjang Tikungan ($J_h > L_t$)

$$E = R' \left(1 - \cos\left(\frac{28.65 \times S}{R'}\right) \right) + \frac{1}{2} (S - L_t) \sin\left(\frac{28.65 \times S}{R'}\right) \dots\dots(2.34)$$



Gambar 2.17. Jarak pandang > panjang tikungan ($J_h > L_t$)

Sumber : Modul Ajar Rekayasa Jalan Raya

F. Pelebaran Jalur Lalu Lintas di Tikungan

Pelebaran pada tikungan dimaksudkan untuk mempertahankan konsistensi geometrik jalan, agar kondisi operasional lalu lintas di tikungan sama dengan bagian lurus. Pelebaran perkerasan pada tikungan mempertimbangkan :

- Kesulitan pengemudi untuk menempatkan kendaraan tetap pada lajunya.
- Penambahan lebar ruang (lajur) yang dipakai saat kendaraan melakukan gerakan melingkar. Dalam segala hal pelebaran di tikungan harus memenuhi gerak perputaran kendaraan rencana sedemikian sehingga kendaraan rencana tetap pada lajunya.
- Besarnya pelebaran di tikungan dapat dilihat pada

Tabel 2.17.

Tabel 2.17. Jari- jari minimum tanpa lengkung peralihan

Jari- Jari Tikungan (m)	Pelebaran per lajur (m)
280-150	0,25
150-100	0,50
100-70	0,75
70-50	1,00

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997.

Terdapat beberapa parameter dalam pelebaran tikungan, antara lain sebagai berikut:

- $= W_c - W_n \dots\dots\dots (2.35)$

dimana:

$=$ Pelebaran (m)

W_c = Lebar yang dibutuhkan pada tikungan

W_n = Lebar jalan normal (pada posisi lurus)

$$b. \quad W_c = N(U+C) + (N-1)Fa + Z \dots \dots \dots (2.36)$$

dimana:

N = jumlah jalur

C = clearance

= 0.6 m untuk lebar jalan 6 m

= 0.75 m untuk lebar jalan 6.6 m

= 0.9 m untuk lebar jalan 7.2 m

Fa = lebar front overhang

Z = tambahan lebar karena kesulitan mengemudi

U = Lebar lintasan roda pada tikungan,
(dari lintasan roda terluar ke roda terluar)

$$c. \quad Z = 0.1 \times \frac{V}{\sqrt{R}} \dots \dots \dots (2.37)$$

dimana:

Z = tambahan lebar akibat kesulitan manuver (m)

V = kecepatan rencana (km/jam)

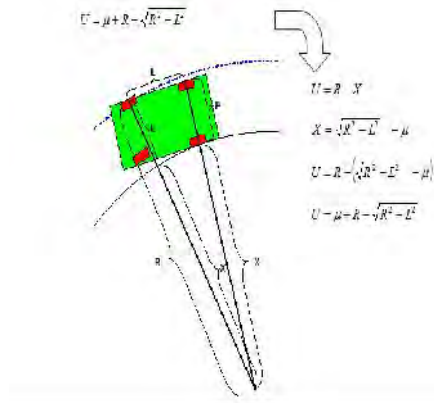
R = jari- jari tikungan (m)

Berikut ini terdapat tabel kendaraan rencana untuk penentuan pelebaran jalur:

Tabel 2.18. Jari- jari minimum tanpa lengkung peralihan

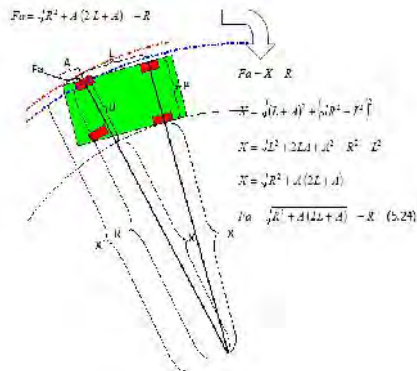
Kendaraan rencana	panjang total	lebar total	tinggi	overhang depan	wheel base	overhang belakang	jari-jari putar minimum
passenger car	4.7	1.7	2	0.8	2.7	1.2	6
single unit truck	12	2.5	4.5	1.5	6.5	4	12
semi trailer	16.5	2.5	4	1.5	4 depan 9 belakang	2.2	12

Sumber: Materi Kuliah Tikungan, Geometrik Jalan



Gambar 2.18. Pelebaran karena tapak roda belakang tidak mengikuti tapak roda depan (U)

Sumber: Materi Kuliah Pelebaran Tikungan, Geometrik Jalan.



Gambar 2.19. Pelebaran karena overhang depan (Fa)

Sumber: Materi Kuliah Pelebaran Tikungan, Geometrik Jalan

2.3.2. Alinemen Vertikal

Alinemen vertikal terdiri atas bagian landai vertikal dan bagian lengkung vertikal (Sukirman, 1994). Ditinjau dari titik awal perencanaan, bagian landai vertikal dapat berupa landai positif (tanjakan), atau landai negatif (turunan), atau landai nol (datar).

A. Landai Maksimum

- Kelandaian maksimum dimaksudkan untuk memungkinkan kendaraan bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti.
- Kelandaian maksimum didasarkan pada kecepatan truk yang bermuatan penuh yang mampu bergerak dengan penurunan kecepatan tidak lebih dari separuh kecepatan semula tanpa harus menggunakan gigi rendah.

Tabel 2.19. Kelandaian maksimum yang diijinkan

Kecepatan Rencana (km/j)	Jalan Arteri Luar Kota (AASHTO'90)			Jalan Luar Kota (Bina Marga)	
	Datar	Perbukitan	Pegunungan	Kelandaian Maks Standar (%)	Kelandaian Maks Mutlak (%)
40				7	11
50				6	10
64	5	6	8		
60				5	9
80	4	5	7	4	8
96	3	4	6		
113	3	4	5		

Sumber :Modul Ajar 6 Rekayasa Jalan Raya

- c. Panjang kritis yaitu panjang landai maksimum yang harus disediakan agar kendaraan dapat mempertahankan kecepatannya sedemikian sehingga penurunan kecepatan tidak lebih dari separuh V_R . lama perjalanan tersebut ditetapkan tidak lebih dari satu menit.
- d. Panjang kritis dapat ditetapkan dari **Tabel 2.20**.

Tabel 2.20. Panjang Kritis (m)

Kecepatan Rencana (km/j)											
80		60		50		40		30		20	
5%	500m	6%	500m	7%	500m	8%	420m	9%	340m	10%	250m
6%	500m	7%	500m	8%	420m	9%	340m	10%	250m	11%	250m
7%	500m	8%	420m	9%	340m	10%	250m	11%	250m	12%	250m
8%	420m	9%	340m	10%	250m	11%	250m	12%	250m	13%	250m

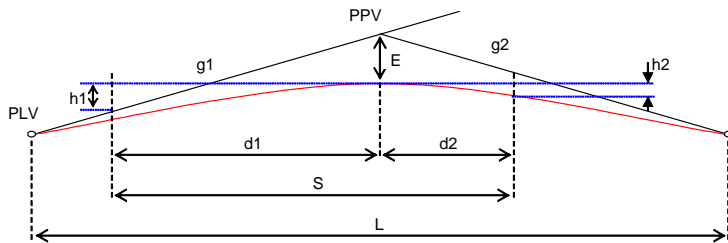
Sumber : Modul Ajar 6 Rekayasa Jalan Raya

B. Lengkung Vertikal

Lengkung vertikal harus disediakan pada setiap lokasi yang mengalami perubahan kelandaian dengan tujuan mengurangi guncangan akibat perubahan kelandaian dan menyediakan jarak pandang henti. Lengkung vertikal terdiri atas lengkung vertikal cembung dan lengkung vertikal cekung (Sony Sulaksono, 2001).

Terdapat beberapa parameter untuk merencanakan lengkung vertikal, antara lain sebagai berikut:

- a. Lengkung vertikal cembung ($S < L$)



Gambar 2.20. Lengkung Vertikal Cembung ($S < L$)

Sumber: Modul Ajar 6 Rekayasa Jalan Raya

- Jika JPH yang dipakai,

$$L = \frac{AS^2}{399} \dots \dots \dots (2.38)$$

- Jika JPM yang dipakai,

$$L = \frac{AS^2}{960} \dots \dots \dots (2.39)$$

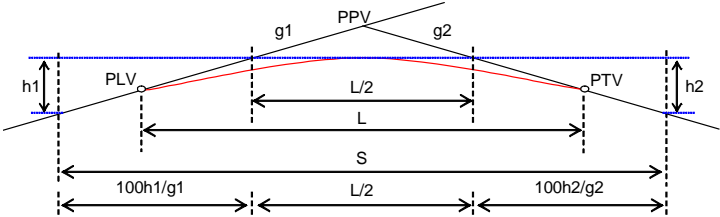
Nilai C adalah konstanta yang nilainya tergantung pada asumsi nilai h_1 dan h_2 , serta jarak pandang yang dipakai. Berikut ini nilai C pada **Tabel 2.21**.

Tabel 2.21. Nilai C menurut AASTHO dan Bina Marga Berdasarkan JPM dan JPH

	AASTHO '90		Bina Marga '90	
	JPH	JPM	JPH	JPM
Tinggi Mata pengemudi (h1) (m)	1.07	1.07	1.20	1.20
Tinggi obyek (h2) (m)	0.15	1.30	0.10	1.20
Konstanta C	404	946	399	960

Sumber: Modul Ajar 6 Rekayasa Jalan Raya

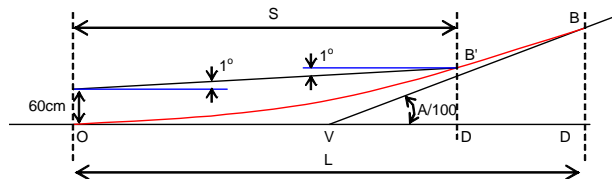
b. Lengkung vertikal cembung ($S > L$)



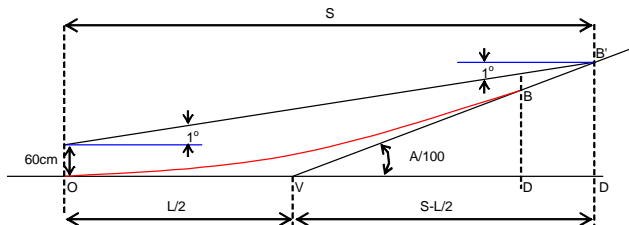
Gambar 2.21. Lengkung Vertikal Cembung ($S > L$)

Sumber: Modul Ajar 6 Rekayasa Jalan Raya

- Jika JPH yang dipakai,
$$L = 2S - \frac{399}{A} \dots\dots\dots(2.40)$$
- Jika JPM yang dipakai,
$$L = 2S - \frac{960}{A} \dots\dots\dots(2.41)$$

c. Lengkung vertikal cekung ($S < L$)**Gambar 2.22.** Lengkung Vertikal Cekung ($S < L$)*Sumber: Modul Ajar 6 Rekayasa Jalan Raya*

$$\bullet \quad L = \frac{AS^2}{120 + 3.5 S} \dots\dots\dots (2.42)$$

d. Lengkung vertikal cekung ($S > L$)**Gambar 2.23.** Lengkung Vertikal Cekung ($S > L$)*Sumber: Modul Ajar 6 Rekayasa Jalan Raya*

$$\bullet \quad L = 2S \frac{120 + 3.5 S}{A} \dots\dots\dots (2.43)$$

Selain berdasarkan pada jarak pandang dan penyinaran lampu, persyaratan panjang lengkung vertikal cekung juga harus memenuhi beberapa persyaratan lainn, yaitu:

a. Bentuk Visual

Panjang lengkung vertikal cekung tidak boleh kurang dari nilai L berikut:

$$\bullet \quad L = \frac{AV^2}{380} \dots\dots\dots (2.44)$$

Dimana:

V = kecepatan rencana, km/ jam

A = perbedaan aljabar landai

L = panjang lengkung vertikal cekung

b. Kenyamanan Pengemudi

Panjang lengkung vertikal disyaratkan minimal dapat ditempuh dalam 3 detik dengan menggunakan kecepatan rencana (3 detik perjalanan)

c. Koreksi terhadap drainase

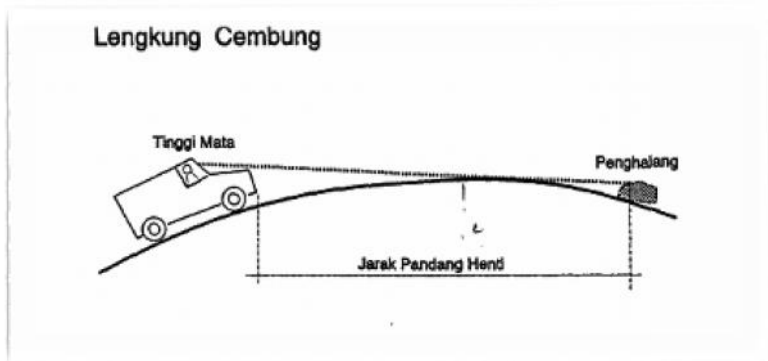
$$\bullet \quad L = 50 \times A \dots \dots \dots (2.45)$$

$$\bullet \quad A = g_1 - g_2 \dots \dots \dots (2.46)$$

d. Koreksi terhadap kenyamanan

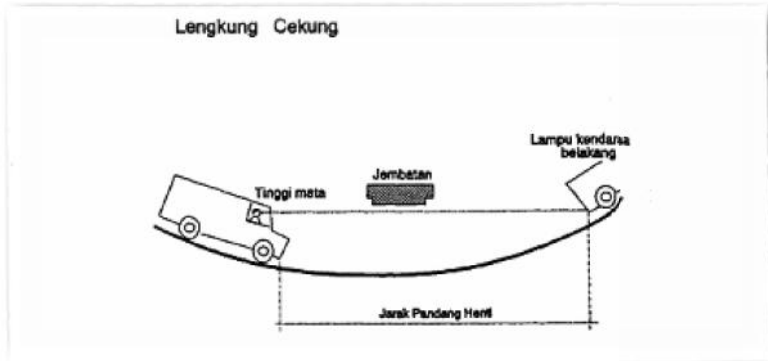
$$\bullet \quad L = \frac{V}{3600} \times 1000 \times 3 \text{ detik} \dots \dots \dots (2.47)$$

Diantara perhitungan nilai L diatas, dipilih yang plaing memenuhi.



Gambar 2.24. Lengkung Vertikal Cembung

Sumber :Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997.



Gambar 2.25. Lengkung Vertikal Cekung

Sumber :Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997.

C. Koordinasi Alinemen

Alinemen vertikal, alinemen horizontal, dan potongan melintang jalan adalah elemen- elemen jalan sebagai keluaran perencanaan harus dikoordinasikan sedemikian rupa sehingga menghasilkan suatu bentuk jalan yang baik dalam arti memudahkan pengemudi mengemudikan kendaraannya dengan aman dan nyaman. Bentuk kesatuan ketiga elemen jalan tersebut diharapkan dapat memberikan kesan atau petunjuk kepada pengemudi akan bentuk jalan yang akan dilalui di depannya sehingga pengemudi dapat melakukan antisipasi lebih awal.

Koordinasi alinemen vertikal dan alinemen horizontal harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- Alinemen horizontal sebaiknya berimpit dengan alinemen vertikal dan secara

- ideal alinemen horizontal lebih panjang sedikit melingkupi alinemen vertikal.
- b. Tikungan yang tajam pada bagian bawah lengkung vertikal cekung atau pada bagian atas lengkung vertikal cembung harus dihindarkan.
 - c. Lengkung vertikal cekung pada kelandaian jalan yang lurus dan panjang harus dihindarkan.
 - d. Dua atau lebih lengkung vertikal dalam satu lengkung horizontal harus dihindarkan.
 - e. Tikungan yang tajam di antara 2 bagian jalan yang lurus dan panjang harus dihindarkan (Sony Sulaksono, 2001).

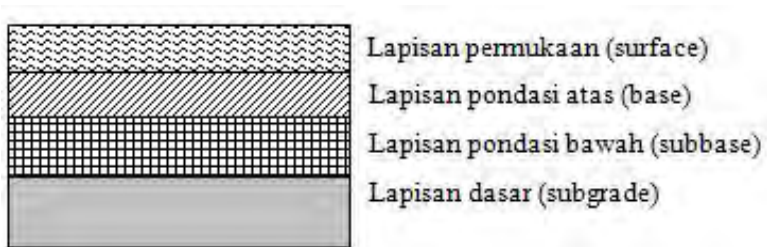
2.4. Aspek Perkerasan Jalan

Struktur perkerasan jalan adalah bagian konstruksi jalan raya yang diperkeras dengan lapisan konstruksi tertentu yang memiliki ketebalan, kekuatan dan kekakuan serta kestabilan tertentu agar mampu menyalurkan beban lalu lintas di atasnya dengan aman.

2.4.1. Perkerasan Lentur

Perkerasan lentur (flexible pavement) adalah perkerasan yang umumnya menggunakan bahan campuran beraspal sebagai lapis permukaan serta bahan berbutir sebagai lapisan dibawahnya. Konstruksi perkerasan terdiri dari:

- A. Lapisan permukaan (surface course)
- B. Lapisan pondasi atas (base course)
- C. Lapisan pondasi bawah (sub base course)
- D. Lapisan tanah dasar (subgrade)



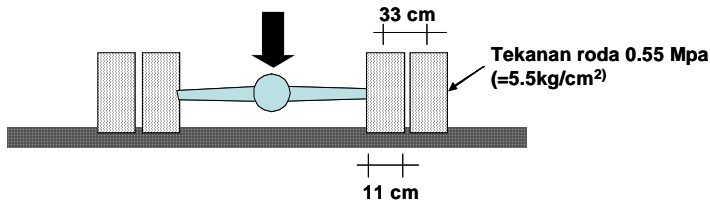
Gambar 2.26. Susunan Lapisan Konstruksi Perkerasan Lentur

Sumber : Petunjuk Perencanaan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen

Dalam perencanaan tebal perkerasan lentur metode AASTHO, ada beberapa parameter perhitungan, yaitu sebagai berikut:

A. Angka Ekuivalen Beban Sumbu

Angka ekuivalen beban sumbu adalah: angka yang menunjukkan jumlah lintasan dari sumbu tunggal seberat 8.16 ton (beban standar) yang akan menyebabkan kerusakan yang sama atau penurunan indeks permukaan yang sama apabila kendaraan lewat satu kali. Beban standar seperti pada gambar berikut:



Gambar 2.27. Beban Standar 8.16 t

Sumber: Modul Ajar 7 Rekayasa Jalan Raya

Besar ekuivalen beban sumbu standar ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

Tabel 2.22. Rumus untuk Ekuivalen Beban Sumbu

Jumlah Sumbu	Konfigurasi Sumbu	Rumus
Tunggal		$\left(\frac{P}{8.16}\right)^4$
Dandem/Asanda		$0.0864 \left(\frac{P}{8.16}\right)^4$
Tridem		$0.0148 \left(\frac{P}{8.16}\right)^{4.32}$

Sumber: Modul Ajar 7 Rekayasa Jalan Raya

Pengelompokan as berdasarkan nilai Axle Load dan nilai SN yang digunakan. Berikut tabel untuk memperoleh nilai ekivalen sumbu kendaraan (E) untuk $P_t = 2$ (karena jalan arteri).

Tabel 2.24. Komposisi Roda dan Unit Ekivalen 8.16 ton
Beban As Tunggal.

Axle Load (kips)	Pavement Structural Number (SN)					
	1	2	3	4	5	6
2	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
4	.0003	.0003	.0003	.0002	.0002	.0002
6	.001	.001	.001	.001	.001	.001
8	.003	.003	.003	.003	.003	.002
10	.007	.008	.008	.007	.006	.006
12	.013	.016	.016	.014	.012	.012
14	.024	.029	.029	.026	.024	.023
16	.041	.048	.050	.046	.042	.040
18	.066	.077	.081	.075	.069	.066
20	.103	.117	.124	.117	.109	.105
22	.156	.171	.183	.174	.164	.156
24	.227	.244	.260	.252	.239	.231
26	.322	.340	.360	.353	.338	.329
28	.447	.465	.487	.481	.466	.455
30	.607	.623	.646	.643	.627	.617
32	.810	.823	.843	.842	.829	.819
34	1.06	1.07	1.08	1.08	1.08	1.07
36	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
38	1.76	1.75	1.73	1.72	1.73	1.74
40	2.22	2.19	2.15	2.13	2.16	2.18
42	2.77	2.73	2.64	2.62	2.66	2.70
44	3.42	3.36	3.23	3.18	3.24	3.31
46	4.20	4.11	3.92	3.83	3.91	4.02
48	5.10	4.98	4.72	4.58	4.68	4.83
50	6.15	5.99	5.64	5.44	5.56	5.77
52	7.37	7.16	6.71	6.43	6.56	6.83
54	8.77	8.51	7.93	7.55	7.69	8.03
56	10.4	10.1	9.3	8.8	9.0	9.4
58	12.2	11.8	10.9	10.3	10.4	10.9
60	14.3	13.8	12.7	11.9	12.0	12.6
62	16.6	16.0	14.7	13.7	13.8	14.5
64	19.3	18.6	17.0	15.8	15.8	16.6
66	22.2	21.4	19.6	18.0	18.0	18.9
68	25.5	24.6	22.4	20.6	20.5	21.5
70	29.2	28.1	25.6	23.4	23.2	24.3
72	33.3	32.0	29.1	26.8	26.2	27.4
74	37.8	36.4	33.0	30.0	29.4	30.8
76	42.8	41.2	37.3	33.8	33.1	34.5
78	48.4	46.5	42.0	38.0	37.0	38.6
80	54.4	52.3	47.2	42.5	41.3	43.0
82	61.1	58.7	52.9	47.6	46.0	47.8
84	68.4	65.7	59.2	53.0	51.2	53.0
86	76.3	73.3	66.0	59.0	56.8	58.6
88	85.0	81.6	73.4	65.5	62.8	64.7
90	94.4	90.6	81.5	72.6	69.4	71.3

Sumber: AASTHO 1993

B. Lalu Lintas Pada Lajur Rencana

Lalu lintas pada lajur rencana (w18) diberikan dalam kumulatif beban gandar standar. Untuk

mendapatkan lalu lintas pada lajur rencana ini digunakan perumusan berikut ini:

$$w_{18} = D_D \times D_L \times w'_{18} \dots \dots \dots (2.48)$$

dimana:

D_D = faktor distribusi arah

D_L = faktor distribusi lajur

w'_{18} = beban gandar standar kumulatif untuk dua arah.

Pada umumnya D_D diambil 0.5. Pada beberapa kasus khusus terdapat pengecualian dimana kendaraan berat cenderung menuju satu arah tertentu. Dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa D_D bervariasi dari 0.3-0.7 tergantung arah mana yang 'berat' dan 'kosong'.

Tabel 2.25. Faktor Distribusi Lajur (D_D)

Jumlah lajur per arah	% beban gandar standar dalam lajur rencana
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80
4	50 – 75

Sumber: AASTHO 1993

Lalu lintas yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan lentur dalam pedoman ini adalah lalu lintas kumulatif selama umur rencana. Besaran ini didapatkan dengan mengalikan beban gandar standar kumulatif pada lajur rencana selama setahun (w_{18}) dengan besaran kenaikan lalu lintas (*traffic growth*). Secara numerik rumusan lalu- lintas kumulatif ini adalah sebagai berikut:

$$W_t = w_{18} \times \frac{(1+g)^n - 1}{g} \dots \dots \dots (2.49)$$

dimana,

W_t = jumlah beban gandar tunggal standar kumulatif

w_{18} =beban gandar standar kumulatif selama 1 tahun

n = umur pelayanan (tahun)

g = perkembangan lalu lintas (%)

C. Reabilitas

Konsep reabilitas merupakan upaya untuk meyertakan derajat kepastian (*degree of certainty*) ke dalam proses perencanaan untuk menjamin bermacam-macam alternatif perencanaan akan bertahan lama selama selang waktu yang direncanakan (umur rencana).

Tingkat reabilitas yang lebih tinggi menunjukkan jalan yang melayani lalu- lintas paling banyak, sedangkan tingkat yang paling rendah, 50% menunjukkan jalan lokal.

Tabel 2.26. Rekomendasi tingkat reabilitas untuk bermacam- macam klasifikasi jalan.

Klasifikasi jalan	Rekomendasi tingkat reliabilitas	
	Perkotaan	Antar kota
Bebas hambatan	85 – 99.9	80 – 99.9
Arteri	80 – 99	75 – 95
Kolektor	80 – 95	75 – 95
Lokal	50 – 80	50 – 80

Sumber: AASTHO 1993

Penerapan konsep reability harus memperhatikan langkah- langkah berikut ini :

1. Definisikan klasifikasi fungsional jalan dan tentukan apakah merupakan jalan perkotaan atau jalan antar kota.
2. Pilih tingkat reabilitas dari rentang yang diberikan pada **Tabel 2.26.**

3. Deviasi standar (S_0) harus dipilih yang mewakili kondisi setempat. Rentang nilai S_0 adalah 0.40 – 0.50

Tabel 2.27. Nilai Penyimpangan Normal Standar (Standar Normal Deviate) untuk tingkat reabilitas tertentu.

Reliabilitas, R (%)	Standar normal deviate, Z_R
50	0,000
60	- 0,253
70	- 0,524
75	- 0,674
80	- 0,841
85	- 1,037
90	- 1,282
91	- 1,340
92	- 1,405
93	- 1,476
94	- 1,555
95	- 1,645
96	- 1,751
97	- 1,881
98	- 2,054
99	- 2,327
99,9	- 3,090
99,99	- 3,750

Sumber: AASTHO 1993

D. Indeks Permukaan

Indeks permukaan ini menyatakan nilai ketidakrataan dan kekuatan perkerasan yang berhubungan dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas ang lewat.

Adapun beberapa ini IP beserta artinya adalah seperti yang tersebut dibawah ini:

- a. $IP = 2.5$: menyatakan permukaan jalan masih cukup stabil dan baik.
- b. $IP = 2.0$: menyatakan tingkat pelayanan terendah bagi jalan yang masih mantap
- c. $IP = 1.5$: menyatakan tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus)
- d. $IP = 1.0$: menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu lintas kendaraan.

Dalam menentukan indeks permukaan (IP) pada akhir umur rencana, perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan sebagaimana diperlihatkan pada **Tabel 2.28**.

Tabel 2.28. Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IPt)

Klasifikasi Jalan			
Lokal	Kolektor	Arteri	Bebas hambatan
1,0 – 1,5	1,5	1,5 – 2,0	-
1,5	1,5 – 2,0	2,0	-
1,5 – 2,0	2,0	2,0 – 2,5	-
-	2,0 – 2,5	2,5	2,5

Sumber: AASTHO 1993

Dalam menentukan indeks permukaan pada awal umur rencana (IP_0) perlu diperhatikan jenis lapis permukaan perkerasan pada awal umur rencana sesuai dengan **Tabel 2.29**.

Tabel 2.29. Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (IP₀)

Jenis Lapis Perkerasan	IP ₀	Ketidakrataan *) (IRI, m/km)
LASTON	≥ 4	≤ 1,0
	3,9 – 3,5	> 1,0
LASBUTAG	3,9 – 3,5	≤ 2,0
	3,4 – 3,0	> 2,0
LAPEN	3,4 – 3,0	≤ 3,0
	2,9 – 2,5	> 3,0

Sumber: AASTHO 1993

E. Modulus Resilien (M_R)

Modulus resilien tanah dasar dapat diperkirakan dari CBR standar dan hasil atau nilai tes soil index. Korelasi Modulus Resilien dengan nilai CBR (Heukelom & Klomp) berikut ini dapat digunakan untuk tanah berbutir halus. Dengan nilai CBR terendam 10 atau lebih kecil.

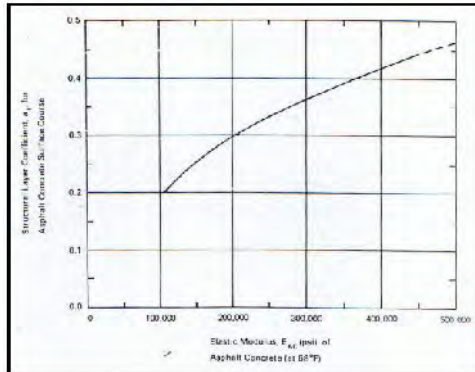
$$\bullet \quad M_R \text{ (psi)} = 1500 \times \text{CBR} \dots \dots \dots (2.50)$$

Untuk nilai CBR yang digunakan adalah CBR dibawah lapisan yang ditentukan.

F. Koefisien Kekuatan Relatif

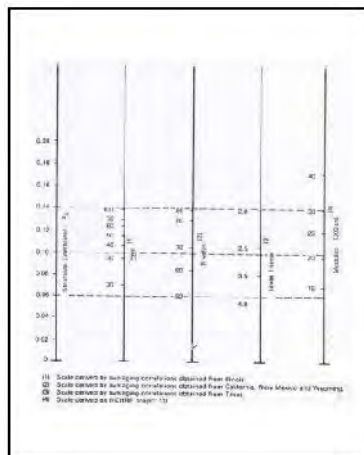
Berdasarkan jenis dan fungsi material lapis perkerasan, estimasi kekuatan relatif dikelompokkan ke dalam 5 kategori, yaitu : beton aspal (asphalt concrete), lapis pondasi granular (granular base), lapis pondasi bawah granular (granular subbase), cement treated base (CTB), dan asphalt treated base (ATB).

Untuk mendapatkan nilai lapis permukaan beton aspal (a₁), lapis pondasi granular (a₂), dan lapis digunakan grafik pada **Gambar 2.28** berikut ini.



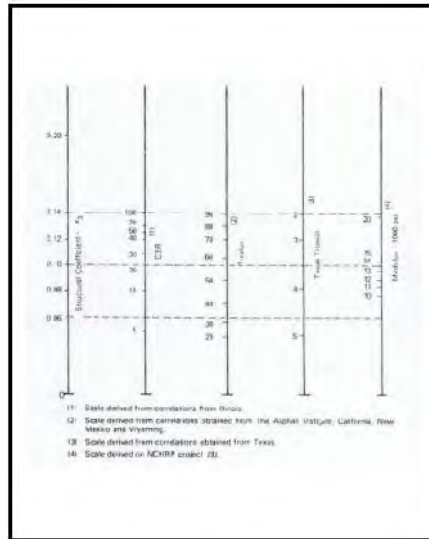
Gambar 2.28. Grafik untuk memperkirakan koefisien kekuatan relatif lapis permukaan beton aspal bergradasi rapat (a_1)

Sumber: AASTHO 1993



Gambar 2.29. Variasi koefisien kekuatan relatif lapis pondasi granular (a_2)

Sumber: AASTHO 1993



Gambar 2.30. Variasi koefisien kekuatan relatif lapis pondasi granular (a_3)
Sumber: AASTHO 1993

Untuk bahan perkerasan tiap lapisan bisa dilihat pada **Tabel 2.30.** berikut ini:

Tabel 2.30. Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
A1	A2	A3	M5 (kg)	Kt (Kg/cm)	CBR (%)	
0.40	-	-	744	-	-	Laston
0.35	-	-	590	-	-	
0.32	-	-	454	-	-	
0.30	-	-	340	-	-	
0.35	-	-	744	-	-	Lasbutag
0.31	-	-	590	-	-	
0.28	-	-	454	-	-	
0.26	-	-	340	-	-	
0.30	-	-	340	-	-	HRA
0.26	-	-	340	-	-	Aspal Macadam
0.25	-	-	-	-	-	Lapen(mekanis)
0.20	-	-	-	-	-	Lapen(manual)
-	0.28	-	590	-	-	Laston Atas
-	0.26	-	454	-	-	
-	0.24	-	340	-	-	
-	0.23	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
-	0.19	-	-	-	-	Lapen(manual)
-	0.15	-	-	22	-	Stab. Tanah dengan semen
-	0.13	-	-	18	-	
-	0.15	-	-	22	-	
-	0.13	-	-	18	-	Stab. Tanah dengan kapur
-	-	-	-	-	-	
-	0.14	-	-	-	100	Batu Pecah (kelas A)
-	0.13	-	-	-	80	Batu Pecah (kelas B)
-	0.12	-	-	-	60	Batu Pecah (kelas C)
-	-	0.13	-	-	70	Sirtu/ pitrum (kelas A)
-	-	0.12	-	-	50	Sirtu/ pitrum (kelas B)
-	-	0.11	-	-	30	Sirtu/ pitrum (kelas C)
-	-	0.10	-	-	20	Tanah/ lempung kepasiran

Sumber: Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Analisa Komponen

G. Rumus Umum AASTHO

$$\begin{aligned} \text{Log (Wt18)} = & Z_R \cdot S_0 + 9,36 \text{ Log (SN+1) } - 0,20 + \\ & \text{Log[IP/(4,2-1,5)]/(0.40+1094/ (SN+1)^{5,19}) } + 2,32 \\ & \text{Log (MR) -8,07} \end{aligned} \quad \dots\dots\dots(2.51)$$

dimana:

Z_R = Standar normal deviate

SN = Structural Number

Wt18 = Beban lalu lintas selama UR atas dasar beban 18 kips yang diperhitungkan terhadap faktor regional

MR = Modulus Resilien

2.5. Aspek Drainase

2.5.1. Perencanaan Saluran Drainase

Saluran drainase adalah bangunan yang bertujuan mengalirkan air dari badan jalan secepat mungkin agar tidak menimbulkan bahaya dan kerusakan pada jalan. Perhitungan drainase membutuhkan beberapa parameter sebagai berikut:

A. Waktu Konsentrasi (tc)

Waktu konsentrasi dapat dihitung dengan rumus dibawah ini:

$$tc = to + tf \dots\dots\dots(2.52)$$

dimana:

to = waktu yang dibutuhkan untuk mengalir dipermukaan untuk mencapai inlet (*overland flow time, inlet time*)

tf = waktu yang dipelrukan untuk mengalir disepanjang saluran

a. Beberapa faktor yang mempengaruhi besarnya to :

- Intensitas hujan
- Jarak aliran
- Kemiringan medan
- Kapasitas infiltrasi

- Adanya cerukan diatas permukaan tanah (*depression storage*)
- b. Diusahakan agar aliran secepatnya dapat masuk ke inlet sistem pembuangan.
- c. Perumusan umum untuk menghitung to
Rumus Kerby
to = $1.44 \times (nd \times \frac{L}{\sqrt{i}})^{0.467}$ (2.53)
dimana:
L = jarak dari titik terjauh ke inlet
nd = koefisien setara koefisien kekasaran
i = kemiringan medan

Tabel 2.31. Koefisien hambatan (nd) berdasarkan kondisi permukaan

No.	Kondisi lapis permukaan	nd
1	Lapisan semen dan aspal beton	0,013
2	Permukaan licin dan kedap air	0,020
3	Permukaan licin dan kokoh	0,100
4	Tanah dgn rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0,200
5	Padang rumput dan rerumputan	0,400
6	Hutan gundul	0,600
7	Hutan rimbum dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai rapat	0,800

Sumber: Pedoman Perencanaan Drainase Jalan tahun 2006

Tabel 2.32. Kecepatan aliran air yang diijinkan berdasarkan jenis material

No.	Jenis bahan	Kecepatan aliran air yang diijinkan (m/detik)
1.	Pasir halus	0,45
2.	Lempung kepasiran	0,50
3.	Lanau aluvial	0,60
4.	Kerikil halus	0,75
5.	Lempung kokoh	0,75
6.	Lempung padat	1,10
7.	Kerikil kasar	1,20
8.	Batu-batu besar	1,50
9.	Pasangan batu	1,50
10.	Beton	1,50
11.	Beton bertulang	1,50


Sumber: Pedoman Perencanaan Drainase Jalan tahun 2006

Tabel 2.33. Kemiringan saluran memanjang (is) berdasarkan jenis material)

No.	Jenis Material	Kemiringan saluran (i, %)
1.	Tanah asli	0 – 5
2.	Kerikil	5 - 7,5
3.	Pasangan	7,5

Sumber: Pedoman Perencanaan Drainase Jalan tahun 2006

Tabel 2.34. Tipe penampang saluran samping kanan

No	Tipe saluran samping	Potongan melintang	Bahan yang digunakan
1	Bentuk trapesium		Tanah asli
2	Bentuk segitiga		pasangan batu kali atau tanah asli
3	Bentuk trapesium		Pasangan batu kali
4	Bentuk segiempat		Pasangan batu kali
5	Bentuk segiempat		beton bertulang pada bagian dasar diberi lapisan pasir ± 10 cm
6	Bentuk segiempat		beton bertulang pada bagian dasar diberi lapisan pasir ± 10 cm, pada bagian atas ditutup dengan plat beton bertulang

Sumber: Pedoman Perencanaan Drainase Jalan tahun 2006

Tabel 2.35. Kemiringan talud berdasarkan debit

No	Debit air, Q (m ³ /detik)	Kemiringan talud (1 : m)
1	0,00 - 0,75	1 : 1
2	0,75 - 15	1 : 1,5
3	15 - 80	1 : 2

Sumber: Pedoman Perencanaan Drainase Jalan tahun 2006

Tabel 2.36. Angka kekasaran Manning (n)

No	Tipe saluran	Baik sekali	Baik	Sedang	Jelek
SALURAN BUATAN					
1	Saluran tanah, lurus teratur	0,017	0,020	0,023	0,025
2	Saluran tanah yang dibuat dengan excavator	0,023	0,028	0,030	0,040
3	Saluran pada dinding batuan, lurus, teratur	0,020	0,030	0,033	0,035
4	Saluran pada dinding batuan, tidak lurus, tidak teratur	0,035	0,040	0,045	0,045
5	Saluran batuan yang diledakkan, ada tumbuh-tumbuhan	0,025	0,030	0,035	0,040
6	Dasar saluran dari tanah, sisi saluran berbatu	0,028	0,030	0,033	0,035
7	Saluran lengkung, dengan kecepatan aliran rendah	0,020	0,025	0,028	0,030
SALURAN ALAM					
8	Bersih, lurus, tidak berpasir dan tidak berlubang	0,025	0,028	0,030	0,033
9	Seperti no 8 tapi ada timbunan atau kerikil	0,030	0,033	0,035	0,040
10	Melengkung, bersih, berlubang dan ber dinding pasir	0,030	0,035	0,040	0,045
11	Seperti no 10, dangkal, tidak teratur	0,040	0,045	0,050	0,055
12	Seperti no. 10, berbatu dan ada tumbuh-tumbuhan	0,035	0,040	0,045	0,050
13	Seperti no. 11, sebagian berbatu	0,045	0,050	0,055	0,060
14	Aliran pelan, banyak tumbuh-tumbuhan dan berlubang	0,050	0,060	0,070	0,080
15	Banyak tumbuh-tumbuhan	0,075	0,100	0,125	0,150
SALURAN BUATAN, BETON, ATAU BATU KALI					
16	Saluran pasangan batu, tanpa penyelesaian	0,025	0,030	0,033	0,035
17	Seperti no 16, tapi dengan penyelesaian	0,017	0,020	0,025	0,030
18	Saluran beton	0,014	0,016	0,019	0,021
19	Saluran beton halus dan rata	0,010	0,011	0,012	0,013
20	Saluran beton pracetak dengan acuan baja	0,013	0,014	0,014	0,015
21	Saluran beton pracetak dengan acuan kayu	0,015	0,016	0,016	0,018

Sumber: Pedoman Perencanaan Drainase Jalan tahun 2006

- d. Luas daerah pengaliran dan batas-batasnya
Batas daerah pengaliran yang diperhitungkan

$$L = L_1 + L_2 + L_3 \text{ (m)(2.54)}$$

dimana :

- L_1 = dari as jalan sampai tepi perkerasan.
 L_2 = dari tepi perkerasan sampai tepi bahu jalan.
 L_3 = tergantung kebebasan samping dengan panjang maksimum 100 m

B. Koefisien Pengaliran (C)

Koefisien Pengaliran (C) dipengaruhi kondisi permukaan tanah (tata guna lahan) pada daerah layanan dan kemungkinan perubahan tata guna lahan. Angka ini akan mempengaruhi debit ang mengalir, sehingga dapat diperkirakan daya tampung saluran.

Faktor limpasan (fk) merupakan faktor atau angka yang dikalikan dengan koefisien run off biasa dengan tujuan agar kinerja saluran tidak melebihi kapasitasnya akibat daerah pengaliran ynag terlalu luas. Harga faktor limpasan (fk) dan koefisien pengaliran dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.37. Harga Koefisien Pengaliran (C) dan harga Faktor Limpasan (fk)

No.	Kondisi permukaan tanah	Koefisien pengaliran (C)	Faktor limpasan (fk)
BAHAN			
1	Jalan beton & jalan aspal	0,70 - 0,95	-
2	Jalan kerikil & jalan tanah	0,40 - 0,70	-
3	Bahu jalan	-	-
	- Tanah berbutir halus	0,40 - 0,65	-
	- Tanah berbutir kasar	0,10 - 0,20	-
	- Batuan masif keras	0,70 - 0,85	-
	- Batuan masif lunak	0,60 - 0,75	-
TATA GUNA LAHAN			
1	Daerah perkotaan	0,70 - 0,95	2,0
2	Daerah pinggir kota	0,60 - 0,70	1,5
3	Daerah industri	0,60 - 0,90	1,2
4	Pemukiman padat	0,40 - 0,60	2,0
5	Pemukiman tidak padat	0,40 - 0,60	1,5
6	Taman dan kebun	0,20 - 0,40	0,2
7	Persawahan	0,45 - 0,60	0,5
8	Perbukitan	0,70 - 0,80	0,4
9	Pegunungan	0,75 - 0,90	0,3

Sumber: Pedoman Perencanaan Drainase Jalan tahun 2006

Keterangan :

- Harga koefisien pengaliran untuk daerah lereng diambil nilai C yang besar.

Harga koefisien pengaliran (C) dihitung berdasarkan kondisi permukaan yang berbeda-beda.

$$C = \frac{C_1.A_1 + C_2.A_2 + C_3.A_3}{A_1 + A_2 + A_3} \dots\dots\dots(2.55)$$

dimana :

C₁ = koefisien untuk jalan aspal.

C₂ = koefisien untuk bahu jalan

C₃ = koefisien untuk kebebasan samping

A₁, A₂, A₃ = luas masing-masing bagian.

Fk = faktor limpasan (Tabel)

C. Curah Hujan

- Data yang diperlukan adalah data curah hujan maksimum tahunan, paling sedikit $n = 10$ tahun dengan periode ulang 5 tahun.
- Rumus menghitung intensitas curah hujan menggunakan analisa distribusi frekuensi sebagai berikut :

$$\bullet \quad Y_t = \ln \left(\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right) \dots\dots\dots (2.56)$$

$$\bullet \quad K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots (2.57)$$

$$\bullet \quad X_T = X_r + K.S_x \dots\dots\dots (2.58)$$

dimana :

X_T = besar curah hujan

X_r = nilai rata-rata aritmatik curah hujan

S_x = standar deviasi

Y_t = variabel yang merupakan fungsi dari periode ulang

Y_n = variabel yang merupakan fungsi dari n ,

S_n = standar deviasi, merupakan fungsi dari n .

Y_n dan S_n adalah nilai rerata dan deviasi standar dari variat Gumbel, yang nilainya tergantung dari jumlah data seperti diberikan dalam **Tabel 2.38.** berikut

Tabel 2.38. Nilai Y_n dan S_n fungsi jumlah data

n	Y_n	S_n
8	0.4843	0.9043
9	0.4092	0.9288
10	0.4952	0.9497
11	0.4996	0.9676
12	0.5053	0.9833
13	0.507	0.9972
14	0.51	1.010
15	0.5128	1.021
16	0.5157	1.032
17	0.5181	1.041
18	0.5202	1.049
19	0.522	1.057
20	0.5235	1.063

Sumber: Buku Hidrologi Terapan

D. Intensitas Curah Hujan

Hubungan antara intensitas hujan dan durasi hujan dapat dihitung dengan beberapa perumusan, antara lain adalah dengan rumus *Talbot* (1881), *Sherman* (1905), dan *Ishiguro* (1953), dimana ketiganya untuk curah hujan jangka pendek. Satuan untuk waktu t adalah menit dan mm/jam untuk I (intensitas). Rumus lainnya dikembangkan oleh *Mononobe* yang menggunakan data hujan harian. Satuan waktu t dalam jam dan mm/jam untuk I (intensitas) hujan.

Rumus *Mononobe*:

$$I = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{t}\right)^m \dots\dots\dots (2.59)$$

dimana:

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

t = lamanya curah hujan (menit)

m = ketetapan

R24=curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

- E. Untuk menghitung debit pengaliran, digunakan rumus sebagai berikut :

$$Q = \frac{1}{3.6} \cdot C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots(2.60)$$

dimana :

Q = debit pengaliran (m³/detik)

C = koefisien pengaliran

I = intensitas hujan (mm/jam)

A = luas daerah pengaliran (km²)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI

3.1. Persiapan

Tahap persiapan merupakan rangkaian kegiatan sebelum memulai tahapan pengumpulan dan pengolahan data. Dalam tahap awal ini disusun hal-hal penting yang harus dilakukan dengan tujuan mengefektifkan waktu dan pekerjaan dalam perencanaan geometrik dan tebal perkerasan jalan.

Adapun yang termasuk dalam tahap persiapan ini meliputi:

1. Menentukan kebutuhan data yang akan digunakan, berdasarkan proses perencanaan yang sudah di paparkan dalam tinjauan pustaka mengenai perencanaan geometrik dan konstruksi jalan.
2. Melengkapi persyaratan administrasi untuk pencarian data dan melakukan pendataan instansi yang dapat dijadikan narasumber, seperti: DPU Bina Marga Pemprof Jawa Timur, Direktorat Jendral Bina Marga Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional V, BAPPEDA Provinsi Jawa Timur, Laboratorium Geomatika ITS.
3. Mencari, mengumpulkan dan mempelajari segala bentuk kegiatan yang dapat mendukung dalam penyusunan Tugas Akhir.

Persiapan diatas harus segera dilakukan dengan cermat untuk menghindari pekerjaan yang berulang sehingga tahap pengumpulan data menjadi tidak optimal.

3.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data ini dilakukan sejak awal perencanaan sampai ke tahap desain konstruksi. Metode pengumpulan data ini dilakukan dengan metode sebagai berikut:

1. Metode Literatur

Metode yang digunakan untuk mengumpulkan data dengan cara mengumpulkan, mengidentifikasi, mengolah data tertulis, dan metode kerja yang dilakukan.

2. Metode Observasi

Mendapatkan data dengan cara melakukan pencarian di internet untuk mengetahui kondisi lokasi yang sebenarnya dan lingkungan sekitar lokasi, serta latar belakang mengenai proyek Jalur Lintas Selatan.

3. Metode Wawancara

Mendapatkan data dengan cara wawancara langsung dengan instansi terkait/ narasumber yang dianggap mengetahui permasalahan tersebut.

Berdasarkan cara- cara untuk mendapatkan data diatas, maka data- data yang diperoleh merupakan data sekunder. Pada perencanaan geometrik dan tebal perkerasan jalan Panggul- Desa Sobo, Proyek Jalur Lintas Selatan, data sekunder yang diperlukan antara lain sebagai berikut:

1. Peta Lokasi : Direktorat Jendral Bina Marga Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional V
2. LHR : Direktorat Jendral Bina Marga Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional V
3. CBR Tanah : Direktorat Jendral Bina Marga Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional V
4. Curah hujan : DPU Pengairan Pemprov Jawa Timur

3.3. Pengolahan Data

1. Pengolahan data lalu lintas

Dilakukan survey lalu lintas bertujuan untuk mengetahui kondisi jalan yang ada, kecepatan kendaraan rata-rata, menginventarisasi jalan yang ada, serta menginventarisasi jumlah setiap jenis kendaraan yang melewati ruas jalan tertentu dalam satuan waktu, sehingga dapat dihitung lalu lintas harian rata-rata sebagai dasar perencanaan jalan. Survey dilakukan dengan membuat pos-pos lalu lintas terbagi dalam beberapa tipe pos sebagai berikut:

- a. Pos Kelas A
yaitu pos perhitungan lalu lintas yang terletak pada ruas jalan dengan jumlah lalu lintas yang tinggi dan mempunyai $LHR > 10.000$ kendaraan.
- b. Pos Kelas B
yaitu pos perhitungan lalu lintas yang terletak pada ruas jalan dengan jumlah lalu lintas yang sedang dan mempunyai $5.000 < LHR < 10.000$ kendaraan.
- c. Pos Kelas C
Yaitu pos perhitungan lalu lintas yang terletak pada ruas jalan dengan jumlah lalu lintas yang rendah dan mempunyai $LHR < 5.000$ kendaraan.

Untuk pemilihan lokasi pos, didasarkan sebagai berikut:

- a. Lokasi pos harus mewakili jumlah lalu lintas harian rata-rata dari ruas jalan, tidak terpengaruh oleh angkutan ulang alik yang tidak mewakili ruas (*commuter traffic*).
- b. Lokasi pos harus mempunyai jarak pandang yang cukup untuk kedua arah, sehingga memungkinkan pencatatan kedua arah dengan mudah dan jelas.
- c. Lokasi pos tidak dapat ditempatkan pada persilangan jalan.

2. Pengolahan CBR Tanah Dasar

a. Pemeriksaan Dynamic Cone Penetrometer (DCP)

Dilakukan untuk menilai CBR tanah dasar, pemeriksaan dilakukan sepanjang rencana as trase jalan. Pemeriksaan ini dilakukan dengan interval 200 meter dan hingga kedalaman 90 cm dari permukaan lapisan tanah dasar, kecuali bila dijumpai lapisan tanah yang sangat keras (lapisan batuan). Lokasi awal dan akhir dari pemeriksaan harus dicatat dengan jelas.

b. Pemeriksaan Test Pit

Bertujuan untuk mengetahui jenis material di setiap lapisan struktural perkerasan yang ada lengkap dengan ketebalannya.

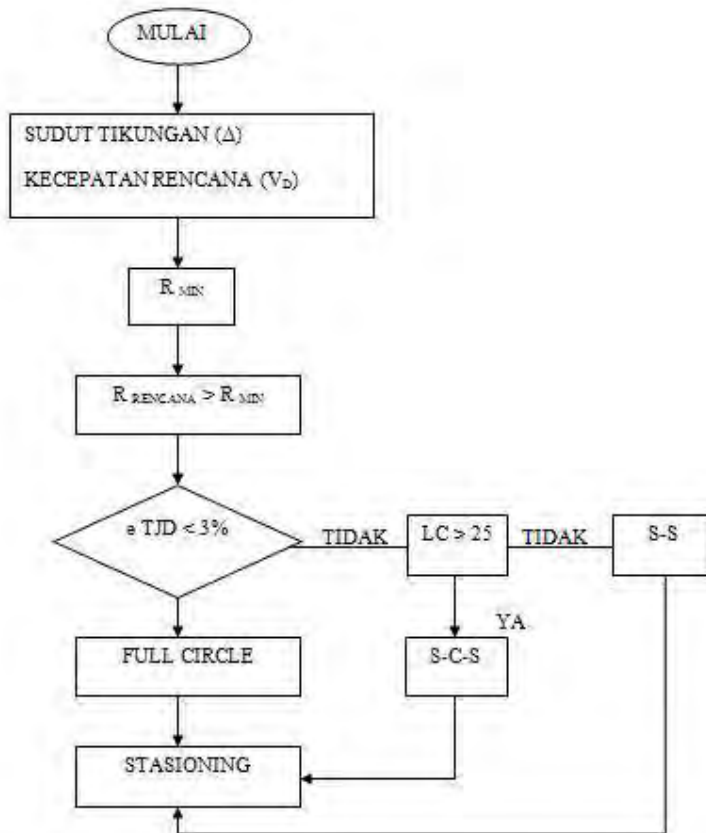
3. Pengolahan Data Curah Hujan

a. Intensitas Curah Hujan

Analisa curah hujan dibuat hanya untuk kurun waktu curah hujan maksimum. Untuk sistem drainase air permukaan digunakan periode ulang 20 tahun.

3.4. Perencanaan Geometrik

1. Alinemen Horizontal



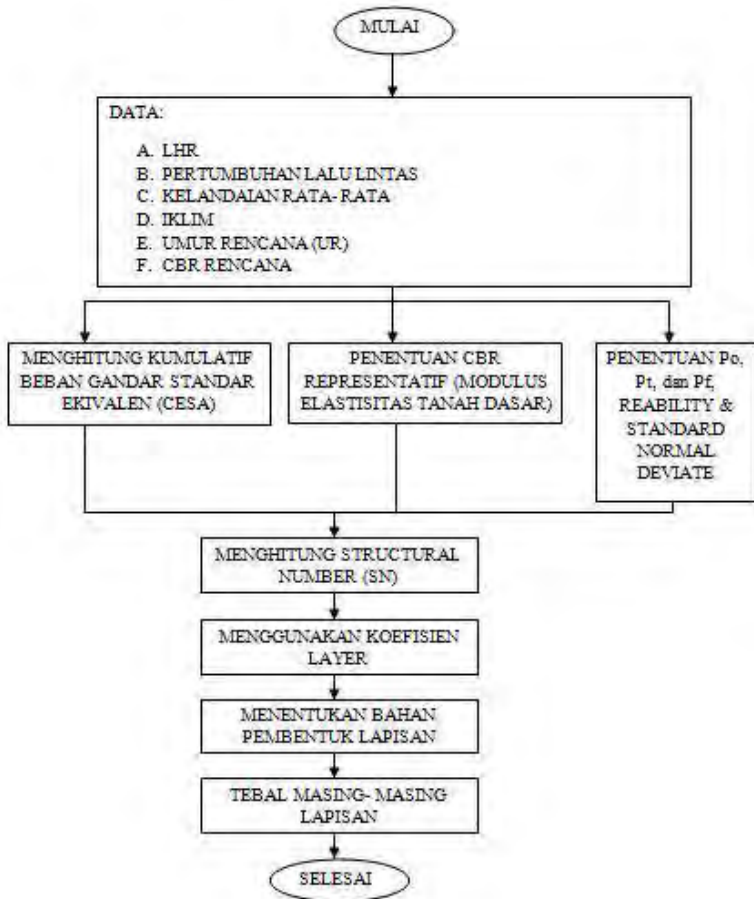
Gambar 3.1. Diagram Alir Perencanaan Alinemen Horizontal

2. Alinemen Vertikal

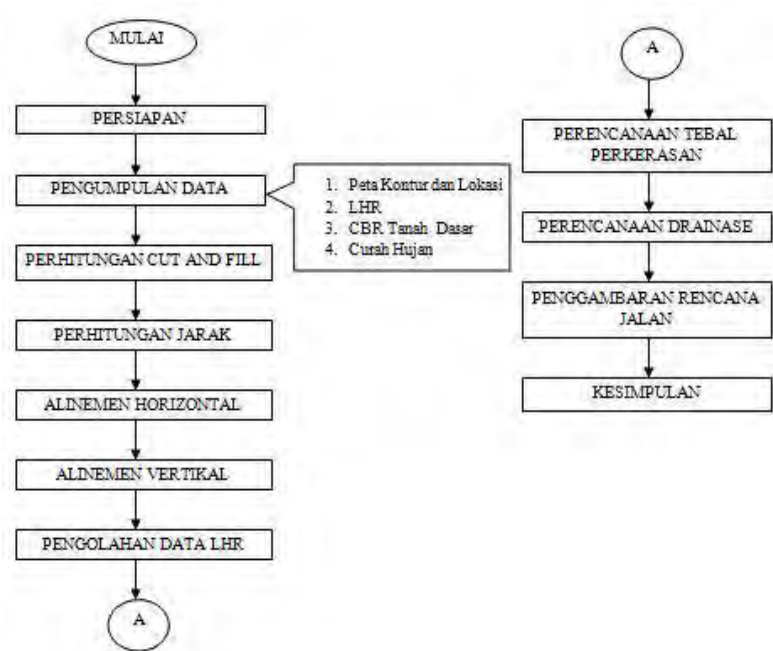


Gambar 3.2. Diagram Alir Perencanaan Alinemen Vertikal

3.5. Perencanaan Konstruksi Perekerasan Lentur



Gambar 3.3. Diagram Alir Perkerasan Jalan Metode AASTHO



Gambar 3.4. Diagram Alir Metodologi

BAB IV

DATA PERENCANAAN

4.1. Data Perencanaan

Data perencanaan merupakan data yang dibutuhkan dan digunakan untuk proses perencanaan, data tersebut antara lain:

- Peta topografi
- Data volume lalu lintas pada jam puncak (kend/ jam) tahun 2012.
- Data CBR (*California Bearing Ratio*)
- Data PDRB (Pendapatan Domestik Regional Bruto) Kabupaten Trenggalek tahun 2014.
- Data AHS pekerjaan Provinsi Jawa Timur tahun 2014.
- Data Curah Hujan tahun 2005 – tahun 2015.

4.1.1.Foto Lokasi Eksisting

Foto dokumentasi lokasi eksisting digunakan untuk mengetahui kondisi medan lapangan sebenarnya dan sebagai bahan pertimbangan pada proses desain.

4.1.2.Peta Topografi

Peta topografi pada perencanaan jalan akses ini menggunakan peta kontur untuk mengetahui medan di sekitar daerah perencanaan. Peta ini digunakan sebagai dasar plotting perencanaan trase dan geometrik jalan. Pada trase yang baru ini direncanakan 2 jalur 2 arah tak terbagi (2/2 UD) mulai dari STA 0+000 – STA 14 +556.18.

4.1.3. Data Lalu Lintas

Data lalu lintas yang digunakan berguna untuk mendesain geometrik jalan dan mendesain struktur konstruksi perkerasan jalan. Data lalu lintas diperoleh dari PU Bina Marga Provinsi Jawa Timur, volume kendaraan pada saat jam puncak (13.00 - 14.00). Data tersebut tercantum dalam **Tabel 4.1**.

Tabel 4.1. Rekapitulasi Data Lalu Lintas Tahun 2012

No	Jenis Kendaraan	Volume Kendaraan pada Jam Puncak (kend/ jam)
1	Sepeda Motor	6297
2	Mobil/ Jeep	2955
3	Mobil Barang	3577
4	Mobil Penumpang	2421
5	Bus Kecil	132
6	Bus Besar	15
7	Truk Kecil 2 Sumbu	551
8	Truk Besar 2 Sumbu	86
9	Truk Besar 3 Sumbu (Gol 7A)	69
10	Truck Trailer	11
11	Semitrailer	28
Total		16142
<i>Sumber: Hasil Survey Lalu Lintas tahun 2012</i>		

4.1.4. Data CBR Tanah Dasar

Data kondisi tanah dasar digunakan untuk proses perhitungan tebal perkerasan yang akan digunakan. Data CBR yang digunakan diperoleh dari PU Bina Marga Provinsi Jawa Timur. Dari data tersebut di peroleh nilai CBR 8.35 untuk daerah perbukitan dan 6.12 untuk daerah pegunungan.

4.1.5. Data Kependudukan

Data kependudukan diperlukan untuk merencanakan pertumbuhan volume kendaraan bus dan angkutan umum yang akan melewati jalan rencana dari awal tahun rencana sampai akhir tahun rencana.

Data kependudukan (**Tabel 4.2.**) yang digunakan adalah data kependudukan Kabupaten Trenggalek.

Tabel 4.2. Data Jumlah Penduduk Kabupaten Trenggalek

No	Tahun	Jumlah Penduduk (Ribuan Jiwa)
1	2001	671.404
2	2002	674.226
3	2003	677.237
4	2004	679.248
5	2005	680.929
6	2006	685.989
7	2007	678.477
8	2008	787.172
9	2009	796.966
10	2010	805.082
11	2011	813.418
12	2012	827.373
13	2013	836.778
<i>Sumber: Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kabupaten Trenggalek</i>		

4.1.6. Data PDRB

Data PDRB digunakan untuk merencanakan pertumbuhan volume lalu lintas kendaraan yang akan melewati jalan rencana. Data PDRB pendapatan perkapita atas dasar harga konstan (**Tabel 4.3.**) digunakan untuk menghitung pertumbuhan kendaraan pribadi, sedangkan data PDRB berdasarkan pertumbuhan ekonomi atas dasar

harga konstan (**Tabel 4.4.**) digunakan untuk menghitung pertumbuhan barang dan truk.

Tabel 4.3. Data PDRB Atas Dasar Harga Konstan (2010)
Kabupaten Trenggalek

No	Tahun	PDRB Kabupaten Trenggalek (Ribu Rupiah)
1	2010	7.962,1
2	2011	8.435,2
3	2012	8.959,5
4	2013	9.482,2
5	2014	9.995,1
<i>Sumber: Produk Domestik Regional Bruto Kabupaten/ Kota Menurut Lapangan Usaha Tahun 2010- 2014</i>		

Tabel 4.4. Data PDRB Berdasarkan Pertumbuhan
Ekonomi

No	Tahun	Pertumbuhan Ekonomi (Persen)
1	2011	5,94
2	2012	6,21
3	2013	5,83
4	2014	5,41
<i>Sumber: Produk Domestik Regional Bruto Kabupaten/ Kota Menurut Lapangan Usaha Tahun 2010- 2014</i>		

4.1.7. Data Curah Hujan

Data curah hujan adalah tinggi hujan dalam satu tahun (mm/ hari). Data curah hujan ini diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Provinsi Jawa Timur. Data curah hujan dari pengamatan didapatkan curah hujan rata-rata terbesar per tahun selama 10 tahun sebagaimana tercatat pada **Tabel 4.5.**

Tabel 4.5. Data Curah Hujan

No	Tahun Pengamatan	Curah Hujan (mm)
1	2005	263
2	2006	268
3	2007	246
4	2008	117
5	2009	199
6	2010	223
7	2011	371
8	2012	159
9	2013	286
10	2014	163
11	2015	139
<i>Sumber: Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Jawa Timur, 2005-2015</i>		

4.2. Pengolahan Data

4.2.1. Pengolahan Data Kependudukan

Data kependudukan dalam satuan juta jiwa dikonversikan menjadi nilai rata-rata prosentase sehingga dapat digunakan untuk menghitung pertumbuhan volume kendaraan bus dan angkutan umum. Hasil perhitungan tersebut disajikan dalam **Tabel 4.6.**

Tabel 4.6. Prosentase Pertumbuhan Kendaraan Bus dan Angkutan Umum

No	Tahun	Jumlah Penduduk (Juta Jiwa)	i	%
1	2001	671.404		
2	2002	674.226	0.00420	0.42
3	2003	677.237	0.00447	0.45
4	2004	679.248	0.00297	0.30
5	2005	680.929	0.00247	0.25
6	2006	685.989	0.00743	0.74

Tabel 4.6. Prosentase Pertumbuhan Kendaraan Bus dan Angkutan Umum (Lanjutan)

No	Tahun	Jumlah Penduduk (Juta Jiwa)	i	%
7	2007	678.477	-0.0109	-1.10
8	2008	787.172	0.16020	16.02
9	2009	796.966	0.01244	1.24
10	2010	805.082	0.01018	1.02
11	2011	813.418	0.01035	1.04
12	2012	827.373	0.01716	1.72
13	2013	836.778	0.01137	1.14
Rata- rata				1.94
<i>Sumber: Hasil Perhitungan</i>				

4.2.2. Pengolahan Data PDRB

Data PDRB per kapita atas dasar harga konstan dalam satuan juta rupiah dikonversikan menjadi nilai rata- rata prosentase sehingga dapat digunakan untuk menghitung pertumbuhan volume kendaraan pribadi. Hasil perhitungan tersebut disajikan dalam **Tabel 4.7.**

Tabel 4.7. Prosentase Pertumbuhan Kendaraan Pribadi

No	Tahun	PDRB Per Kapita (Ribu Rupiah)	i	%
1	2010	7962.10		
2	2011	8435.20	0.0594	5.94%
3	2012	8959.50	0.0622	6.22%
4	2013	9482.20	0.0583	5.83%
5	2014	9995.10	0.0541	5.41%
Rata- Rata				5.85%
<i>Sumber: Hasil Perhitungan</i>				

Sedangkan untuk menghitung pertumbuhan kendaraan truk menggunakan data PDRB berdasarkan hasil rata- rata pertumbuhan ekonomi atas dasar harga konstan, sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 4.8**.

Tabel 4.8. Prosentase Pertumbuhan Kendaraan Truk

No	Tahun	Pertumbuhan Ekonomi (%)
1	2011	5,94
2	2012	6,21
3	2013	5,83
4	2014	5,41
Rata- Rata		5.85
<i>Sumber: Hasil Perhitungan</i>		

4.2.3. Pengolahan Data Lalu Lintas

Data lalu lintas diperoleh dari data sekunder survei lalu lintas tahun 2012. Pertumbuhan lalu lintas kendaraan yang lewat dihitung menggunakan data kependudukan dan data PDRB Kabupaten Trenggalek tahun 2014.

Jalan direncanakan dibuka pada tahun 2016, maka langkah selanjutnya yang dilakukan adalah menghitung pertumbuhan lalu lintas kendaraan pada tahun 2016.

Perhitungan volume lalu lintas menggunakan angka pertumbuhan dari data PDRB tahun 2010 dan jumlah penduduk Kabupaten Trenggalek. Angka pertumbuhan jenis kendaraan tercantum pada **Tabel 4.9**.

.Tabel 4.9. Pertumbuhan Kendaraan per Tahun

No	Jenis Kendaraan	i (%)
1	Sepeda Motor	0.17%
2	Mobil/ Jeep	0.17%
3	Mobil Barang	0.17%
4	Mobil Penumpang	0.17%
5	Bus Kecil	0.49%
6	Bus Besar	0.49%
7	Truk Kecil 2 Sumbu	6.17%
8	Truk Besar 2 Sumbu	6.17%
9	Truk Besar 3 Sumbu	6.17%
10	Truk Trailer	6.17%
11	Semitrailer	6.17%
<i>Sumber: Hasil Perhitungan</i>		

Angka pertumbuhan tiap kendaraan tersebut digunakan menghitung volume lalu lintas tahun 2016 sebagai asumsi awal dibukanya jalan jalur lintas selatan. Perhitungan volume lalu lintas tahun 2016 untuk kendaraan sepeda motor adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{LHR 2016} &= \text{Volume Kendaraan} \times (1+i)^4 \\
 &= 6297 \times (1+0,0017)^4 \\
 &= 6340 \text{ kendaraan/ jam}
 \end{aligned}$$

Pada tugas akhir ini digunakan umur rencana 10 tahun dari awal pembukaan jalan. Sehingga perlu menghitung prediksi volume lalu lintas pada tahun 2026. Contoh perhitungan volume lalu lintas tahun 2026 untuk kendaraan sepeda motor adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{LHR 2026} &= \text{LHR 2016} \times (1+i)^{10} \\
 &= 6340 \times (1+0.0017)^{10} \\
 &= 6450 \text{ kendaraan/ jam}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan volume lalu lintas tahun 2016 dan 2026 disajikan pada **Tabel 4.10**.

Tabel 4.10. Rekapitulasi Perhitungan Volume Lalu Lintas Harian (VLHR)

No	Golongan	Jenis Kendaraan	Tahun 2012	Tahun 2016	Tahun 2026
1	Gol 1	Sepeda Motor	6297	6340	6450
2	Gol 2	Mobil/ Jeep	2955	2975	3027
3	Gol 3	Mobil Barang	3577	3602	3664
4	Gol 4	Mobil Penumpang	2421	2438	2480
5	Gol 5A	Bus Kecil	132	135	141
6	Gol 5B	Bus Besar	15	15	16
7	Gol 6A	Truk Kecil 2 Sumbu	551	700	1274
8	Gol 6B	Truk Besar 2 Sumbu	86	109	199
9	Gol 7A	Truk Besar 3 Sumbu	69	88	160
10	Gol 7B	Truk Trailer	11	14	25
11	Gol 7C	Semitrailer	28	36	65
Total			16142	16451	17499

Sumber: Hasil Perhitungan

4.2.4. Pengolahan Data CBR Tanah Dasar

Dalam pengerjaan tugas akhir ini, data tanah yang digunakan berupa data sekunder. Terdapat 2 nilai CBR, yaitu CBR daerah bukit dan CBR daerah pegunungan. Berikut ini nilai CBR di tampilkan pada **Tabel 4.11 dan Tabel 4.12.**

Tabel 4.11. Data CBR Tanah Dasar (Bukit)

No	STA	Elevasi	CBR	CBR (%)
1	0+000	8	8.15	8.15%
2	0+500	9.5	8.11	8.11%
3	1+000	11	8.07	8.07%
4	1+500	13	8.02	8.02%
5	2+000	11	8.07	8.07%
6	2+500	8.5	8.13	8.13%
7	3+000	22.83	7.77	7.77%

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.12. Data CBR Tanah Dasar (Pegunungan)

No	STA	Elevasi	CBR	CBR (%)
1	3+500	69.52	6.46	6.46%
2	4+000	103.05	10.71	10.71%
3	4+500	140.8	7.71	7.71%
4	5+000	161.8	7.91	7.91%
5	5+500	187.3	10.62	10.62%
6	6+000	215.61	6.41	6.41%
7	6+500	234.3	6.65	6.65%
8	7+000	234.42	6.66	6.66%
9	7+500	245	6.79	6.79%
10	8+000	239.1	6.92	6.92%
11	8+500	226.83	6.24	6.24%
12	9+000	248	7.15	7.15%
13	9+500	229.56	6.20	6.20%
14	10+000	230.5	5.38	5.38%
15	10+500	234.22	5.74	5.74%
16	11+000	237.57	6.07	6.07%
17	11+500	239.5	6.91	6.91%
18	12+000	232.33	6.54	6.54%
19	12+500	241.5	7.39	7.39%
20	13+000	249.65	7.19	7.19%
21	13+500	215.4	6.44	6.44%
22	14+000	237.33	6.82	6.82%
23	14+500	264.93	9.34	9.34%

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari data CBR diatas kemudian mengurutkan data CBR tersebut dari angka terkecil sampai terbesar, dan menentukan jumlah nilai CBR yang sama besar atau lebih besar. Menghitung prosentase dari jumlah nilai CBR yang sama besar atau lebih besar terhadap banyak titik CBR. Kemudian membuat grafik hubungan, nilai CBR yang diambil adalah nilai CBR dari prosentase 90%. Untuk lebih jelasnya pada **Tabel 4.13 dan Tabel 4.14**.

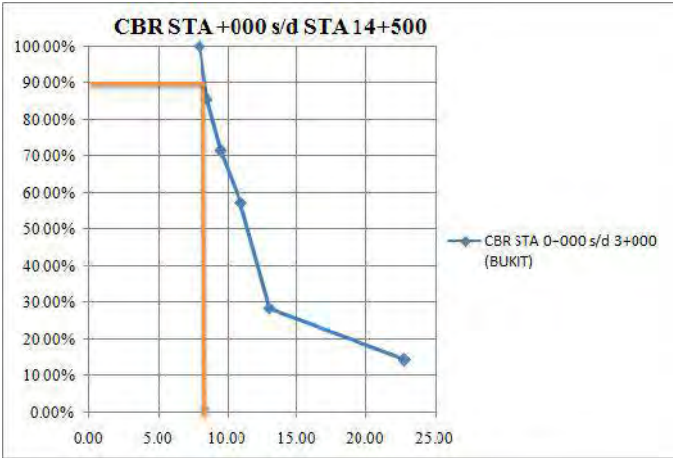
Tabel 4.13. Pengelompokan Nilai CBR (Bukit)

No	Jumlah Titik Pengamatan		7 Titik		
	Nilai CBR	Jumlah Sama/ Lebih Besar	Persen Sama/ Lebih Besar		
1	8.00	7	$(7/7) \times 100\%$	100.00	100.00%
2	8.50	6	$(6/7) \times 100\%$	85.71	85.71%
3	9.50	5	$(5/7) \times 100\%$	71.43	71.43%
4	11.00	4	$(4/7) \times 100\%$	57.14	57.14%
5	13.00	2	$(2/7) \times 100\%$	28.57	28.57%
6	22.83	1	$(1/7) \times 100\%$	14.29	14.29%

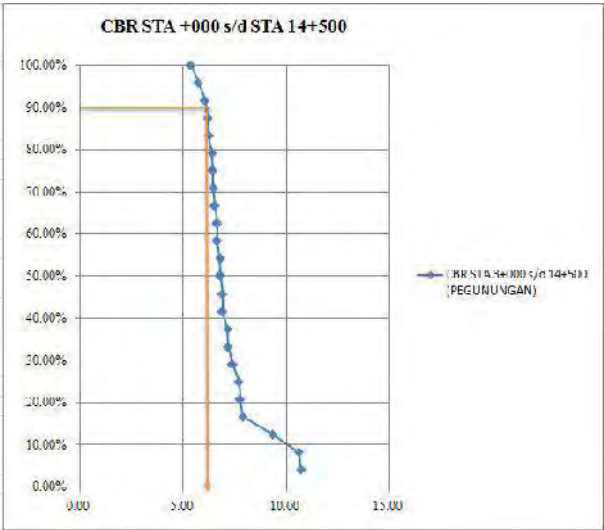
Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.14. Pengelompokan Nilai CBR (Pegunungan)

No	Jumlah Titik Pengamatan		24 Titik		
	Nilai CBR	Jumlah Sama/ Lebih Besar	Persen Sama/ Lebih Besar		
1	5.38	24	$(24/24) \times 100\%$	100.00	100.00%
2	5.74	23	$(23/24) \times 100\%$	95.83	95.83%
3	6.07	22	$(22/24) \times 100\%$	91.67	91.67%
4	6.20	21	$(21/24) \times 100\%$	87.50	87.50%
5	6.24	20	$(20/24) \times 100\%$	83.33	83.33%
6	6.41	19	$(19/24) \times 100\%$	79.17	79.17%
7	6.44	18	$(18/24) \times 100\%$	75.00	75.00%
8	6.46	17	$(17/24) \times 100\%$	70.83	70.83%
9	6.54	16	$(16/24) \times 100\%$	66.67	66.67%
10	6.65	15	$(15/24) \times 100\%$	62.50	62.50%
11	6.66	14	$(14/24) \times 100\%$	58.33	58.33%
12	6.79	13	$(13/24) \times 100\%$	54.17	54.17%
13	6.82	12	$(12/24) \times 100\%$	50.00	50.00%
14	6.91	11	$(11/24) \times 100\%$	45.83	45.83%
15	6.92	10	$(10/24) \times 100\%$	41.67	41.67%
16	7.15	9	$(9/24) \times 100\%$	37.50	37.50%
17	7.19	8	$(8/24) \times 100\%$	33.33	33.33%
18	7.39	7	$(7/24) \times 100\%$	29.17	29.17%
19	7.71	6	$(6/24) \times 100\%$	25.00	25.00%
20	7.77	5	$(5/24) \times 100\%$	20.83	20.83%
21	7.91	4	$(4/24) \times 100\%$	16.67	16.67%
22	9.34	3	$(3/24) \times 100\%$	12.50	12.50%
23	10.62	2	$(2/24) \times 100\%$	8.33	8.33%
24	10.71	1	$(1/24) \times 100\%$	4.17	4.17%



Gambar 4.1. Prosentase CBR (Bukit)



Gambar 4.2. Prosentase CBR (Pegunungan)

Dari grafik diatas, diperoleh nilai CBR (bukit) = 8.35 dan CBR (pegunungan) = 6.12.

Jika $\text{CBR} > 5\%$ maka tanah asli dapat digunakan untuk lapisan tanah dasar/ subgrade sehingga tidak perlu ada perbaikan pada tanah dasar.

4.2.5. Pengolahan Data Analisa Curah Hujan

Data yang akan digunakan adalah data hujan harian maksimum selama 10 tahun secara berturut- turut. Dimulai dari tahun 2005 hingga tahun 2015. Dari data hujan yang tersedia dilakukan analisa perhitungan hujan harian maksimum.

Berikut ini terdapat perhitungan hujan harian rata- rata curah hujan pada **Tabel 4.15**.

Tabel 4.15. Perhitungan Hujan Harian Rata- Rata

No	Tahun	Xi	(Xi-Xr)	(Xi-Xr)^2
		(mm)	(mm)	(mm)
1	2005	263.00	41.73	1741.17
2	2006	268.00	46.73	2183.44
3	2007	246.00	24.73	611.44
4	2008	117.00	-104.27	10872.80
5	2009	199.00	-22.27	496.07
6	2010	223.00	1.73	2.98
7	2011	371.00	149.73	22418.26
8	2012	159.00	-62.27	3877.89
9	2013	286.00	64.73	4189.62
10	2014	163.00	-58.27	3395.71

Tabel 4.15. Perhitungan Hujan Harian Rata- Rata
(Lanjutan)

No	Tahun	Xi	(Xi-Xr)	(Xi-Xr)^2
		(mm)	(mm)	(mm)
11	2015	139.00	-82.27	6768.80
Jumlah		2434.00		56558.182
Xr (mm)		221.273		

Sumber: Hasil Perhitungan

Proses perhitungan hujan rencana dengan Metode Gumbel adalah sebagai berikut:

A. Standar Deviasi Curah Hujan

$$\begin{aligned}
 \bullet S_x &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X_r)^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (56558.182)}{11-1}} \\
 &= 75.205
 \end{aligned}$$

B. Nilai Faktor Frekuensi (K)

Dengan periode ulang (T) = 20 tahun, jumlah data (n) = 11, didapat:

- $Y_n = 0.4952$ (pada **Tabel 2.32.**)
- $S_n = 0.9497$ (pada **Tabel 2.32.**)

Untuk periode ulang T = 20 tahun:

$$\begin{aligned}
 \bullet Y_t &= -\ln\left(\ln\left(\frac{20}{20-1}\right)\right) \\
 &= 2.970195
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet K &= \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \\
 &= \frac{2.970195 - 0.4952}{0.9497} \\
 &= 2.606081
 \end{aligned}$$

C. Hujan dalam Periode Tahun

$$\begin{aligned}
 \bullet X_t &= X_r + (K \cdot S_x) \\
 &= 221.273 + (2.606081 \times 75.205) \\
 &= 417.264
 \end{aligned}$$

Sehingga perhitungan curah hujan rencana periode ulang 20 tahun dengan data acurah hujan diatas adalah sebagai berikut:

Tabel 4.16. Perhitungan Curah Hujan Rencana Periode Ulang T Tahun

No	Periode Ulang	Y _t	Y _n	S _n	K	X _r	S _x	X _t
1	8	2.013	0.495	0.9497	1.59863	221.273	75.205	341.498
2	10	2.250	0.495	0.9497	1.848128	221.273	75.205	360.262
3	20	2.970	0.495	0.9497	2.606081	221.273	75.205	417.264
4	25	3.199	0.495	0.9497	2.846514	221.273	75.205	435.345
5	50	3.902	0.495	0.9497	3.587173	221.273	75.205	491.047
6	100	4.600	0.495	0.9497	4.322364	221.273	75.205	546.337

Sumber: Hasil Perhitungan

Jadi besarnya curah hujan rencana periode ulang 20 tahun dengan Metode *Gumbel* dapat disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4.17. Curah Hujan Rencana Periode Ulang 20 Tahun dengan Metode Gumbel

No	Periode Ulang (Tahun)	Curah Hujan Rencana (mm)
1	8	341.498
2	10	360.262
3	20	417.264
4	25	435.345
5	50	491.047
6	100	546.337

Sumber: Hasil Perhitungan

4.2.6. Pengolahan Data Trip Assignment

Pengolahan data trip assignment dimulai dari menghitung volume kendaraan (skr/jam), kapasitas kendaraan, kecepatan arus bebas, kemudian membuat iterasi untuk pembagian prosentase volume kendaraan yang melewati rute 1 (jalan eksisting) dan rute 2 (jalan rencana), menghitung nilai derajat kejenuhan (DS) yang fungsinya untuk menentukan tipe jalan yang akan dibuat.

Dalam tugas akhir ini terdapat rute eksisting dan rute yang direncanakan. Pembagian rutenya adalah sebagai berikut:

- Rute 1 (Jalan Eksisting)
Panggul – Dongko – Trenggalek- Jarakan

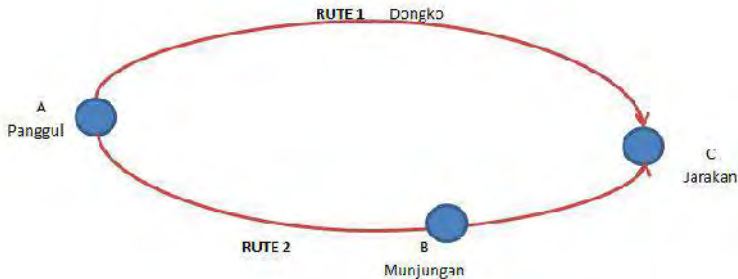


Gambar 4.3. Rute 1 (Jalan Eksisting)

- Rute 2 (Jalan Rencana)
Panggul – Munjungan – Kampak – Gandusari – Jarakan



Gambar 4.4. Rute 2 (Jalan Rencana)



Gambar 4.5. Trip Assignment

Sumber: Hasil Perencanaan

A. Kapasitas Kendaraan (C)

Langkah pertama adalah menghitung kapasitas kendaraan, yang nantinya akan digunakan sebagai kapasitas kendaraan untuk mencari nilai derajat kejenuhan (DS) masing- masing rute. Berikut ini perhitungan kapasitas masing- masing rute jalan:

a. Rute 1 (Jalan Eksisting)

$$\begin{aligned}
 C &= C_o \times FC_L \times FC_{PA} \times FC_{HS} \\
 &= 3000 \times 0.69 \times 1 \times 0.94 \\
 &= 1946 \text{ smp/ jam}
 \end{aligned}$$

b. Rute 2 (Jalan Rencana)

$$\begin{aligned}
 C &= C_o \times FC_L \times FC_{PA} \times FC_{HS} \\
 &= 2900 \times 1 \times 1 \times 0.94 \\
 &= 2726 \text{ smp/ jam}
 \end{aligned}$$

B. Volume Kendaraan

Pada tabel berikut ini terdapat hasil perhitungan volume kendaraan yang telah dikali dengan Ekr, yaitu konversi satuan dari end/ jam menjadi skr/ jam. Hasil

volume (skr/jam) sebagai kapasitas kendaraan untuk mencari nilai prosentase volume lalu lintas di masing-masing rute.

Tabel 4.18. Perhitungan Volume Kendaraan Jam Puncak (skr/jam)

No	Golongan	Jenis Kendaraan	Kategori Kendaraan	Ekr	Volume Kendaraan	
					Kend/Jam	Skr/Jam
1	Gol 1	Sepeda Motor	SM	0.5	574	287
2	Gol 2	Mobil/ Jeep	KR	1	239	239
3	Gol 3	Mobil Barang	KR	1	289	289
4	Gol 4	Mobil Penumpang	KR	1	195	195
5	Gol 5A	Bus Kecil	KBM	1.9	6	11.4
6	Gol 5B	Bus Besar	BB	2.2	1	2.2
7	Gol 6A	Truk Kecil 2 Sumbu	KBM	1.9	26	49.4
8	Gol 6B	Truk Besar 2 Sumbu	KBM	1.9	11	20.9
9	Gol 7A	Truk Besar 3 Sumbu	TB	4	10	40
10	Gol 7B	Truk Trailer	TB	4	3	12
11	Gol 7C	Semitrailer	TB	4	4	16
Total					1358	1162

Sumber: Hasil Perhitungan

C. Kecepatan Arus Bebas (V_B)

a. Rute 1 (Jalan Eksisting)

$$\begin{aligned}
 V_B &= (V_{BD} + FV_{BL}) \times FV_{HS} \times FV_{KFJ} \\
 &= (61 + (-9)) \times 0.93 \times 0.98 \\
 &= 47.39 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

b. Rute 2 (Jalan Rencana)

$$\begin{aligned}
 V_B &= (V_{BD} + FV_{BL}) \times FV_{HS} \times FV_{KFJ} \\
 &= (55 + 0) \times 0.93 \times 0.98 \\
 &= 50.13 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

D. Perhitungan Waktu Tempuh Kendaraan

a. Rute 1 (Jalan Eksisting)

$$s = 77 \text{ km}$$

$$v = 47.39 \text{ km/jam}$$

$$\begin{aligned}
 \text{To A- C} &= \frac{s}{v} \\
 &= \frac{77}{47.39} \\
 &= 1.62 \text{ jam} \\
 &= 97.5 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{To} &= \frac{\text{To A-C}}{s} \\
 &= \frac{97.5}{77} \\
 &= 1.27 \text{ menit/ km}
 \end{aligned}$$

b. Rute 2 (Jalan Rencana)

$$s = 93 \text{ km}$$

$$v = 50.13 \text{ km/jam}$$

$$\begin{aligned}
 \text{To A- C} &= \frac{s}{v} \\
 &= \frac{93}{50.13} \\
 &= 1.86 \text{ jam} \\
 &= 111.3 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_o &= \frac{T_o A-C}{s} \\
 &= \frac{111.3}{93} \\
 &= 1.20 \text{ menit/ km}
 \end{aligned}$$

Waktu tempuh (T_o) akan digunakan sebagai acuan waktu untuk perhitungan *trip assignment* dengan menggunakan rumus *Smock*.

E. Prosentase Volume Kendaraan

Dalam perhitungan prosentase volume kendaraan berikut, menggunakan kapasitas dari volume jam puncak yang telah dikonversikan dari kend/ jam ke skr/jam. Digunakan 2 percobaan nilai volume *increment* berdasarkan kapasitas kendaraan untuk mendapatkan prosentase volume kendaraan. Berikut ini terdapat contoh perhitungan dengan menggunakan rumus *Smock*, untuk menghitung waktu tempuh pada perhitungan *trip assignment*.

a. Rute 1 (Jalan Eksisting)

- $$\begin{aligned}
 \bullet \quad DS &= \frac{V}{C} \\
 &= \frac{166}{1946} \\
 &= 0.085
 \end{aligned}$$
- $$\begin{aligned}
 \bullet \quad t &= t_o A-C \times \text{Exp} (V/Q_s) \\
 &= 97.5 \times \text{Exp} (0.085) \\
 &= 106.2 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

b. Rute 2 (Jalan Rencana)

- $$\bullet \quad DS = \frac{V}{C}$$

$$= \frac{0}{2726}$$

$$= 0$$

- $t = \text{to A-C} \times \text{Exp (V/Qs)}$
 $= 113.3 \times \text{Exp (0)}$
 $= 111.3 \text{ menit}$

Tabel 4.19. Prosentase Volume Kendaraan (Percobaan 1)

No	Vol increment	Rute1				Rute2			
		Vol-incr1	Vol1	V/C	TAB1	Vol-incr2	Vol2	V/C	TAB2
	0	0	0	0.000	97.5	0	0	0.000	111.3
1	166	166	166	0.085	106.2	0	0	0.000	111.3
2	166	166	332	0.171	115.6	0	0	0.000	111.3
3	166	0	332	0.171	115.6	166	166	0.061	118.3
4	166	166	498	0.256	125.9	0	166	0.061	118.3
5	166	0	498	0.256	125.9	166	332	0.122	125.7
6	166	0	498	0.256	125.9	166	498	0.183	133.6
7	166	166	664	0.341	137.1	0	498	0.183	133.6

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel prosentase volume kendaraan tersebut diambil percobaan ke 1 dari 2 percobaan volume increment.

- Volume Total $= 664 + 498$
 $= 1162 \text{ skr/jam}$

a. Rute 1 (Jalan Eksisting)

$$\begin{aligned}
 \text{Prosentase volume} &= \frac{\text{jumlah volume rute 1}}{\text{volume total}} \times 100\% \\
 &= \frac{664}{1162} \times 100\% \\
 &= 57.14 \% \sim 57 \%
 \end{aligned}$$

b. Rute 2 (Jalan Rencana)

$$\begin{aligned}
 \text{Prosentase volume} &= \frac{\text{jumlah volume rute 2}}{\text{volume total}} \times 100\% \\
 &= \frac{498}{1162} \times 100\% \\
 &= 42.86 \% \sim 43\%
 \end{aligned}$$

Hasil percobaan yang lain terdapat pada **Tabel 4.20**.

Tabel 4.20. Prosentase Volume Kendaraan Percobaan 2

No	Vol increment	Rute1				Rute2			
		Vol-incr1	Vol1	V/C	TAB1	Vol-incr2	Vol2	V/C	TAB2
	0	0	0	0.000	97.5	0	0	0	111.3
1	83	83	83	0.043	101.7	0	0	0	111.3
2	83	83	166	0.085	106.2	0	0	0	111.3
3	83	83	249	0.128	110.8	0	0	0	111.3
4	83	83	332	0.171	115.6	0	0	0	111.3
5	83	0	332	0.171	115.6	83	83	0.030	114.8
6	83	0	332	0.171	115.6	83	166	0.061	118.3
7	83	83	415	0.213	120.7	0	166	0.061	118.3
8	83	0	415	0.213	120.7	83	249	0.091	122.0
9	83	83	498	0.256	125.9	0	249	0.091	122.0
10	83	0	498	0.256	125.9	83	332	0.122	125.7

Tabel 4.20. Prosentase Volume Kendaraan
Percobaan 2 (Lanjutan)

No	Vol increment	Rute1				Rute2			
		Vol- incr1	Vol1	V/C	TAB1	Vol- incr2	Vol2	V/C	TAB2
11	83	0	498	0.256	125.9	83	415	0.152	129.6
12	83	83	581	0.299	131.4	0	415	0.152	129.6
13	83	0	581	0.299	131.4	83	498	0.183	133.6
14	83	83	664	0.341	137.1	0	498	0.183	133.6

Sumber: Hasil Perhitungan

Berikut ini rekap prosentase volume kendaraan:

Tabel 4.21. Rekapitulasi Prosentase Volume Kendaraan

No	Percobaan	Rute 1	Rute 2
1	1	57%	43%
2	2	57%	43%

Sumber: Hasil Perhitungan

Berikut ini tabel pembagian volume kendaraan pada masing- masing rute:

Tabel 4.22. Volume Kendaraan Rute 1 dan Rute 2

No	Golongan	Jenis Kendaraan	Kategori Kendaraan	Ekr	Volume Kendaraan	Skr/ Jam	Rute 1 (57 %)	Rute 2 (43%)
					Kend/ Jam		Skr/ Jam	Skr/ Jam
1	Gol 1	Sepeda Motor	SM	0.5	574	287	164	123
2	Gol 2	Mobil/ Jeep	KR	1	239	239	137	102
3	Gol 3	Mobil Barang	KR	1	289	289	165	124
4	Gol 4	Mobil Penumpang	KR	1	195	195	111	84
5	Gol 5A	Bus Kecil	KBM	1.9	6	11	7	5
6	Gol 5B	Bus Besar	BB	2.2	1	2	1	1
7	Gol 6A	Truk Kecil 2 Sumbu	KBM	1.9	26	49	28	21
8	Gol 6B	Truk Besar 2 Sumbu	KBM	1.9	11	21	12	9
9	Gol 7A	Truk Besar 3 Sumbu	TB	4	10	40	23	17
10	Gol 7B	Truk Trailer	TB	4	3	12	7	5
11	Gol 7C	Semitrailer	TB	4	4	16	9	7
Total					1358	1162	664	498

Sumber: Hasil Perhitungan

Contoh perhitungan pembagian rute :

a. Rute 1 (Jalan Eksisting)

$$\begin{aligned}\text{Volume Kendaraan (SM)} &= \frac{57}{100} \times 287 \\ &= 164 \text{ skr/jam}\end{aligned}$$

b. Rute 2 (Jalan Rencana)

$$\begin{aligned}\text{Volume Kendaraan (SM)} &= \frac{43}{100} \times 230 \\ &= 123 \text{ skr/jam}\end{aligned}$$

F. Derajat Kejenuhan (DS)

Dalam perhitungan derajat kejenuhan, digunakan volume kendaraan setelah mengalami pembagian rute (Rute 1 = 57% dan Rute 2 = 43%) dibagi dengan kapasitas kendaraan masing- masing rute.

a. Rute 1 (Jalan Eksisting)

$$\begin{aligned} \text{DS} &= \frac{V}{C} \\ &= \frac{664}{1946} \\ &= 0.341 \end{aligned}$$

b. Rute 2 (Jalan Rencana)

$$\begin{aligned} \text{DS} &= \frac{V}{C} \\ &= \frac{498}{2726} \\ &= 0.183 \end{aligned}$$

Untuk mengetahui tipe jalan 2/2 TT dapat menampung banyaknya volume kendaraan dalam 10 tahun yang akan datang, maka perlu dilakukan perhitungan derajat kejenuhan pada tahun 2016 hingga tahun 2026.

Tabel 4.23. Rekapitulasi Volume Kendaraan

No	Gol.	Jenis Kendaraan	Tahun 2012	Tahun 2016	Tahun 2026
1	1	Sepeda Motor	287	289	294
2	2	Mobil/ Jeep	239	241	245
3	3	Mobil Barang	289	291	296
4	4	Mobil Penumpang	195	196	200
5	5A	Bus Kecil	11	12	12
6	5B	Bus Besar	2	2	2
7	6A	Truk Kecil 2 Sumbu	49	63	114
8	6B	Truk Besar 2 Sumbu	21	27	48
9	7A	Truk Besar 3 Sumbu	40	51	92
10	7B	Truk Trailer	12	15	28
11	7C	Semitrailer	16	20	37
Total Volume Kend (skr/jam)			1162	1206	1368
<i>Sumber: Hasil Perhitungan</i>					

a. Rute 1 (Jalan Eksisting)

- Derajat Kejenuhan Tahun 2012:

$$\begin{aligned}\text{Volume kendaraan} &= 57\% \times 1162 \text{ skr/jam} \\ &= 664 \text{ skr/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{DS} &= \frac{V}{C} \\ &= \frac{664}{1946} \\ &= 0.341\end{aligned}$$

- Derajat Kejenuhan Tahun 2016:

$$\begin{aligned}\text{Volume kendaraan} &= 57\% \times 1206 \text{ skr/jam} \\ &= 689 \text{ skr/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 DS &= \frac{V}{C} \\
 &= \frac{689}{1946} \\
 &= 0.354
 \end{aligned}$$

- Derajat Kejenuhan Tahun 2026:

$$\begin{aligned}
 \text{Volume kendaraan} &= 57\% \times 1368 \text{ skr/jam} \\
 &= 782 \text{ skr/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 DS &= \frac{V}{C} \\
 &= \frac{782}{1946} \\
 &= 0.402
 \end{aligned}$$

b. Rute 2 (Jalan Rencana)

- Derajat Kejenuhan Tahun 2012:

$$\begin{aligned}
 \text{Volume kendaraan} &= 43\% \times 1162 \text{ skr/jam} \\
 &= 498 \text{ skr/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 DS &= \frac{V}{C} \\
 &= \frac{498}{2726} \\
 &= 0.183
 \end{aligned}$$

- Derajat Kejenuhan Tahun 2016:

$$\begin{aligned}
 \text{Volume kendaraan} &= 43\% \times 1206 \text{ skr/jam} \\
 &= 517 \text{ skr/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 DS &= \frac{V}{C} \\
 &= \frac{517}{2726} \\
 &= 0.190
 \end{aligned}$$

- Derajat Kejenuhan Tahun 2026:

$$\begin{aligned}\text{Volume kendaraan} &= 43\% \times 1368 \text{ skr/jam} \\ &= 586 \text{ skr/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{DS} &= \frac{V}{C} \\ &= \frac{586}{2726} \\ &= 0.215\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan derajat kejenuhan pada tahun 2012, 2016, dan 2026 bahwa nilai DS tidak > 0.8 pada 10 tahun yang akan datang yaitu tahun 2026 dengan nilai 0.402 untuk rute 1 dan 0.215 untuk rute 2, sehingga perencanaan dengan tipe jalan 2/2 TT layak digunakan.

Apabila hasil DS di tahun 2026 > 0.8 , maka perlu mengubah perencanaan jalan dengan tipe 4/4 TT atau tipe jalan yang lain dengan kapasitas yang lebih besar agar dapat menampung volume kendaraan pada 10 tahun yang akan datang.

Untuk hasil perhitungan derajat kejenuhan (DS) lebih lengkapnya pada tabel berikut:

Tabel 4.24. Derajat Kejenuhan dengan Volume Kendaraan (57%) untuk Rute 1 dan (43%) untuk Rute 2

No	Tahun	Volume Kendaraan		Kapasitas		Derajat Kejenuhan (DS)	
		Rute 1 (57 %)	Rute 2 (43%)	Rute 1	Rute 2	Rute 1	Rute 2
		Skr/Jam	Skr/Jam	(smp/jam)	(smp/jam)		
1	2012	664	498	1945.8	2726	0.341	0.183
2	2013	670	502			0.344	0.184
3	2014	676	507			0.347	0.186
4	2015	682	512			0.351	0.188
5	2016	689	517			0.354	0.190
6	2017	696	522			0.358	0.192
7	2018	704	528			0.362	0.194
8	2019	712	534			0.366	0.196
9	2020	721	540			0.370	0.198
10	2021	729	547			0.375	0.201
11	2022	739	554			0.380	0.203
12	2023	749	562			0.385	0.206
13	2024	759	569			0.390	0.209
14	2025	770	578			0.396	0.212
15	2026	782	586			0.402	0.215

Sumber: Hasil Perhitungan

BAB V

PEMBAHASAN

5.1. Dasar Perencanaan Jalan

5.1.1. Penampang Melintang Jalan

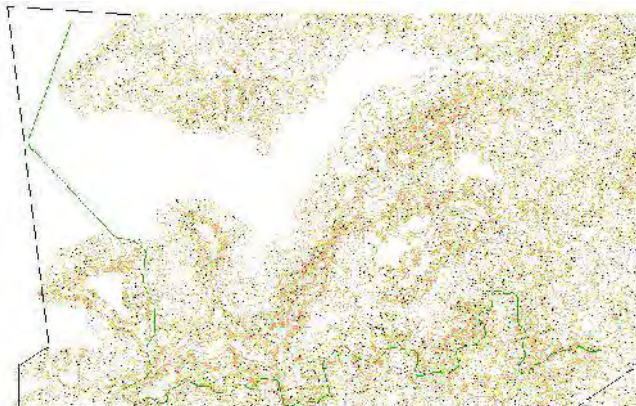
Berdasarkan peraturan perencanaan jalan Bina Marga, jalan yang direncanakan termasuk dalam klasifikasi jalan Arteri.

Pada tugas akhir ini, ruas jalan arteri yang menghubungkan Jalan Desa Panggul – Desa Sobo di rencanakan kecepatan rencana 40 km/ jam, dengan tipe jalan 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2 UD), lebar jalan 7 meter, lebar per lajur 3.5 meter, dengan lebar bahu jalan 1.5 meter, dan sisanya drainase 2 meter.

5.2. Perencanaan Geometrik

5.2.1. Perencanaan Trase Jalan

Berikut ini terdapat gambar trase rencana ruas jalan Panggul – Munjungan STA 0+000 sampai dengan STA 14+556.18.



Gambar 5.1. Trase Rencana Jalan Panggul - Munjungan

Perencanaan trase jalan mempertimbangkan kondisi dilapangan yang nantinya akan mempengaruhi desain jalan itu sendiri. Dasar pemilihan trase mengacu pada panjang jalan, jumlah tikungan, jumlah alinemen vertikal, kemiringan medan, galian, dan timbunan pada jalan tersebut.

5.2.2. Kemiringan Medan

Medan jalan diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus garis kontur. Dalam perencanaan trase jalan Panggul – Munjungan ini, terdapat 2 jenis medan yaitu perbukitan dan pegunungan. Berikut ini terdapat tabel hasil perhitungan kemiringan medan.

Tabel 5.1. Kemiringan Medan STA 0+000 s/d 3+000

Titik	Elevasi			Jarak	Kemiringan
	Kanan	As	Kiri	(m)	(%)
1	11	8	10	25	4
2	9	8	10	25	4
3	12	9	11	25	4
4	11	10	8	25	12
5	14	10	12	25	8
6	12	11	14	25	8
7	15	12	13	25	8
8	14	11	13	25	4
9	14	13	15	25	4
10	12	10	15	25	12
11	13	10	11	25	8

Tabel 5.1. Kemiringan Medan STA 0+000 s/d 3+000
(Lanjutan)

Titik	Elevasi			Jarak (m)	Kemiringan (%)
	Kanan	As	Kiri		
12	14	11	12	25	8
13	13	9	10	25	12
14	12	9	12	25	0
15	10	8	13	25	12
16	15	10	14	25	4
17	16	12	15	25	4
Rata- Rata Kemiringan Medan					6.82

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan hitungan, untuk STA 0+000 sampai dengan STA 3+000 termasuk daerah perbukitan. Karena kemiringan medan berada antara 3% - 25%.

Tabel 5.2. Kemiringan Medan STA 3+000 s/d 14+557,15

Titik	Elevasi			Jarak (m)	Kemiringan (%)
	Kanan	As	Kiri		
1	13	17	23	25	40
2	23	20	34	25	44
3	52	57	60	25	32
4	70	74	82	25	48
5	98	102	109	25	44
6	102	105	111	25	36
7	159	155	150	25	36
8	127	117	111	25	64

Tabel 5.2. Kemiringan Medan STA 3+000 s/d 14+557,15
(Lanjutan)

Titik	Elevasi			Jarak (m)	Kemiringan (%)
	Kanan	As	Kiri		
9	164	150	136	25	112
10	167	160	152	25	60
11	175	168	162.5	25	50
12	179	166	160	25	76
13	170	164	157	25	52
14	181	175	170	25	44
15	190	175	207	25	68
16	197	210	214	25	68
17	203	212.5	220	25	68
18	218	228	239	25	84
19	220	225	237.5	25	70
20	223	237.5	240	25	68
21	215	210	222	25	28
22	203	212.5	218	25	60
23	203	212.5	219	25	64
24	197	211	218	25	84
25	210	221	232	25	88
26	209	216	224	25	60
27	235	140	246	25	44
28	239	243	260	25	84
29	223	236	262.5	25	158
30	222	233	249	25	108
31	217	225	236	25	76
32	223	235	258	25	140

Tabel 5.2. Kemiringan Medan STA 3+000 s/d 14+557,15
(Lanjutan)

Titik	Elevasi			Jarak (m)	Kemiringan (%)
	Kanan	As	Kiri		
33	224	237.5	263	25	156
34	235	250	262.5	25	110
35	224	237.5	254	25	120
36	239	220	217	25	88
37	230	240	248	25	72
38	223	231	239	25	64
39	222	232	240	25	72
40	208	215	226	25	72
41	234	237.5	257	25	92
42	252	262.5	270	25	72
43	244	260	267	25	92
44	247	233	229	25	72
45	258	246	240	25	72
46	248	241	234	25	56
47	263	250	234	25	116
48	247	237.5	222	25	100
49	248	227	212.5	25	142
50	258	240	222	25	144
51	257	237.5	223	25	136
52	249	236	224	25	100
53	253	239	229	25	96
54	252	230	223	25	116
55	230	223	211	25	76
56	240	234	215	25	100

Tabel 5.2. Kemiringan Medan STA 3+000 s/d 14+557,15
(Lanjutan)

Titik	Elevasi			Jarak (m)	Kemiringan (%)
	Kanan	As	Kiri		
57	240	230	224	25	64
58	244	237.5	230	25	56
59	243	250	257	25	56
60	210	219	226	25	64
61	240	245	253	25	52
62	230	240	253	25	92
63	220	237.5	247	25	108
64	227	237.5	246	25	76
65	230	248	255	25	100
66	242	237.5	235	25	28
67	248	240	235	25	52
68	242	135	235	25	28
69	245	235	220	25	100
70	229	225	220	25	36
71	232	225	223	25	36
72	247	237.5	238	25	36
73	249	237..5	239	25	40
74	236	227	220	25	64
75	227	237.5	246	25	76
76	246	257	263	25	68
77	220	225	234	25	56
78	195	205	210	25	60
79	225	212.5	200	25	100
80	248	242	235	25	52

Tabel 5.2. Kemiringan Medan STA 3+000 s/d 14+557,15
(Lanjutan)

Titik	Elevasi			Jarak (m)	Kemiringan (%)
	Kanan	As	Kiri		
81	260	250	242	25	72
82	257	248	230	25	108
Rata- Rata Kemiringan Medan					75

Berdasarkan hitungan, untuk STA 3+000 sampai dengan STA 14+557,15 termasuk daerah pegunungan. Karena kemiringan medan $> 25\%$.

5.3. Perencanaan Alinemen Horizontal

Berdasarkan **Tabel 2.7.** pada bab tinjauan pustaka kecepatan rencana yang digunakan untuk medan pegunungan adalah 40 km/ jam dan 60 km/jam untuk medan perbukitan. Kecepatan rencana ditentukan berdasarkan fungsi dan klasifikasi jalan, dalam hal ini arteri dengan medan pegunungan sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 34 Tahun 2006 Tentang Jalan. Berikut merupakan data perencanaan jalan:

- Klasifikasi jalan : jalan arteri primer
- Lebar jalan (2/2 UD) : 2 x 3.5 m
- Kecepatan Rencana (V_R) : 40 km/jam (gunung)
60 km/jam (bukit)
- e max : 10%
- e normal : 2%

5.3.1. Data Perencanaan Alinemen Horizontal

Berikut merupakan data koordinat trase rencana jalan yang digunakan pada perhitungan pada perhitungan alinemen horizontal:

Tabel 5.3. Koordinat Titik Trase Rencana

No	Nama Titik	Station	Koordinat	
			X	Y
1	A (AWAL)	0+000	11.447.876	-18.184.520
2	P1	1+504.35	10.934.734	-19.598.648
3	P2	2+996.19	11.978.373	-20.700.545
4	P3	3+196.02	12.177.018	-20.733.949
5	P4	3+399.66	12.336.413	-20.862.029
6	P5	3+769.49	12.295.868	-21.235.595
7	P6	4+094.53	12.437.720	-21.529.239
8	P7	4+388.04	12.437.278	-21.823.345
9	P8	4+588.43	12.329.499	-21.993.570
10	P9	4+838.46	12.401.355	-22.236.825
11	P10	4+963.34	12.331.016	-22.344.565
12	P11	5+335.84	11.994.466	-22.506.518
13	P12	5+555.12	12.224.161	-22.686.202
14	P13	5+692.47	12.330.062	-22.565.613
15	P14	5+969.87	12.595.244	-22.682.930
16	P15	6+061.88	12.570.612	-22.503.743
17	P16	6+334.76	12.827.559	-22.379.995
18	P17	6+472.34	12.952.352	-22.449.212
19	P18	6+591.08	13.071.922	-22.439.539
20	P19	6+700.98	13.149.732	-22.523.131

Tabel 5.3. Koordinat Titik Trase Rencana (Lanjutan)

No	Nama Titik	Station	Koordinat	
			X	Y
21	P20	6+880.22	13.332.659	-22.509.807
22	P21	7+051.32	13.467.577	-22.402.478
23	P22	7+195.62	13.583.600	-22.519.432
24	P23	7+321.17	13.659.997	-22.351.752
25	P24	7+540.80	13.890.212	-22.372.602
26	P25	7+856.03	13.950.619	-22.695.800
27	P26	7+947.83	14.068.530	-22.668.084
28	P27	8+033.10	14.140.568	-22.622.466
29	P28	8+223.13	14.331.780	-22.629.950
30	P29	8+410.59	14.491.277	-22.528.939
31	P30	8+770.45	14.401.304	-22.168.072
32	P31	9+100.58	14.650.506	-21.940.431
33	P32	9+285.94	14.791.371	-22.099.934
34	P33	9+517.20	15.009.231	-22.179.765
35	P34	9+778.05	15.193.705	-21.981.780
36	P35	10+097.79	15.514.966	-22.032.416
37	P36	10+216.58	15.519.326	-22.167.998
38	P37	10+414.38	15.454.635	-22.355.356
39	P38	10+616.57	15.743.589	-22.278.610
40	P39	10+746.51	15.870.140	-22.311.657
41	P40	10+924.26	16.018.367	-22.206.702
42	P41	11+122.50	15.955.561	-22.005.766
43	P42	11+358.62	16.217.647	-21.948.342
44	P43	11+501.17	16.321.676	-21.849.440
45	P44	11+627.27	16.301.887	-21.719.605

Tabel 5.3. Koordinat Titik Trase Rencana (Lanjutan)

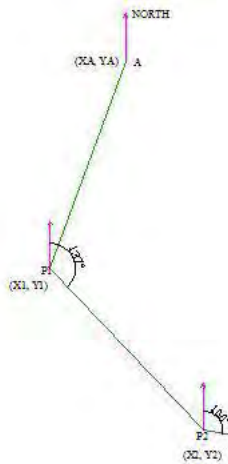
No	Nama Titik	Station	Koordinat	
			X	Y
46	P45	11+801.20	16.175.420	-21.597.807
47	P46	11+945.15	16.401.132	-21.540.105
48	P47	12+183.17	16.383.412	-21.285.514
49	P48	12+305.75	16.564.867	-21.363.160
50	P49	12+436.89	16.693.214	-21.328.690
51	P50	12+760.38	16.688.406	-21.700.841
52	P51	12+927.45	16.810.462	-21.819.466
53	P52	13+053.04	16.746.940	-21.942.520
54	P53	13+221.63	16.788.524	-22.108.191
55	P54	13+387.41	16.671.111	-22.233.416
56	P55	13+546.61	16.818.804	-22.353.333
57	P56	13+639.44	16.861.734	-22.201.925
58	P57	13+766.04	16.978.946	-22.145.409
59	P58	13+899.47	17.085.970	-22.065.534
60	P59	14+262.96	17.437.478	-21.971.207
61	P60	14.400.95	17.568.355	-22.020.346
62	B (AKHIR)	14.544.54	17.711.054	-22.036.319

Sumber: Hasil Analisa Peta Topografi

5.3.2. Perhitungan Alinemen Horizontal

Penentuan trase jalan berdasarkan pertimbangan kebutuhan galian dan timbunan yang seminimal mungkin dan jarak tempuh yang relatif pendek.

Perhitungan Sudut Azimuth



Gambar 5.2. Dasar Perhitungan Sudut Tikungan

- A-P1 (Kuadran 3)

$$\begin{aligned}
 &= 180^\circ + \text{ArcTg} \left(\frac{X_1 - X_A}{Y_1 - Y_A} \right) \\
 &= 180^\circ + \text{ArcTg} \left(\frac{(10934.734 - 11447.876)}{((-19598.648) - (-18184.520))} \right) \\
 &= 200^\circ
 \end{aligned}$$
- P1-P2 (Kuadran 2)

$$\begin{aligned}
 &= 180^\circ + \text{ArcTg} \left(\frac{X_2 - X_1}{Y_2 - Y_1} \right) \\
 &= 180^\circ + \text{ArcTg} \left(\frac{(11978.734 - 10934.734)}{((-20700.545) - 19598.648)} \right) \\
 &= 137^\circ
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan sudut azimuth titik lainnya akan disajikan dalam bentuk tabel.

Tabel 5.4. Hasil Perhitungan Sudut Azimuth

No	Nama Titik	Sudut Azimuth	Sudut Azimuth (°)
1	A (AWAL)		
2	P1	A-1	200
3	P2	1-2	137
4	P3	2-3	100
5	P4	3-4	129
6	P5	4-5	186
7	P6	5-6	154
8	P7	6-7	180
9	P8	7-8	212
10	P9	8-9	164
11	P10	9-10	213
12	P11	10-11	244
14	P13	12-13	41
15	P14	13-14	114
16	P15	14-15	352
17	P16	15-16	64
18	P17	16-17	119
19	P18	17-18	85
20	P19	18-19	137
21	P20	19-20	86
22	P21	20-21	51
23	P22	21-22	135
24	P23	22-23	24
25	P24	23-24	95

Tabel 5.4. Hasil Perhitungan Sudut Azimuth
(Lanjutan)

No	Nama Titik	Sudut Azimuth	Sudut Azimuth (°)
26	P25	24-25	169
27	P26	25-26	77
28	P27	26-27	58
29	P28	27-28	92
30	P29	28-29	58
31	P30	29-30	346
32	P31	30-31	48
33	P32	31-32	139
34	P33	32-33	110
35	P34	33-34	43
36	P35	34-35	99
37	P36	35-36	178
38	P37	36-37	199
39	P38	37-38	75
40	P39	38-39	105
41	P40	39-40	55
42	P41	40-41	343
43	P42	41-42	78
44	P43	42-43	46
45	P44	43-44	351
46	P45	44-45	314
47	P46	45-46	76
48	P47	46-47	356
49	P48	47-48	113

Tabel 5.4. Hasil Perhitungan Sudut Azimuth
(Lanjutan)

No	Nama Titik	Sudut Azimuth	Sudut Azimuth (°)
50	P49	48-49	75
51	P50	49-50	181
52	P51	50-51	134
53	P52	51-52	207
54	P53	52-53	166
55	P54	53-54	223
56	P55	54-55	129
57	P56	55-56	16
58	P57	56-57	64
59	P58	57-58	53
60	P59	58-59	75
61	P60	59-60	111
62	B (AKHIR)	60-61	96

Sumber: Hasil Perhitungan

Perhitungan Sudut Tikungan

Perhitungan sudut tikungan berdasarkan pada perhitungan sudut azimuth yang telah dihitung sebelumnya.

- Sudut Tikungan P1

$$\begin{aligned}
 1 &= (P1-P2) - (A-P1) \\
 &= 137^{\circ} - 200^{\circ} \\
 &= [-63^{\circ}] \\
 &= 63^{\circ}
 \end{aligned}$$

- Sudut Tikungan P3

$$\begin{aligned}
 3 &= (P3-P4) - (P2-P3) \\
 &= 129^{\circ} - 100^{\circ} \\
 &= 29^{\circ}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan sudut tikungan lainnya akan disajikan dalam **Tabel 5.5**.

Tabel 5.5. Hasil Perhitungan Sudut Tikungan

No	Nama Titik	Sudut Azimuth (°)	Sudut Tikungan (°)	Jarak (m)	Jarak Kumulatif (m)
1	A				
2	P1	200	63	1504.351	1504.351
3	P2	137	37	1517.682	3022.033
4	P3	100	29	201.434	3223.468
5	P4	129	57	204.478	3427.946
6	P5	186	32	375.760	3803.705
7	P6	154	26	326.112	4129.817
8	P7	180	32	294.106	4423.923
9	P8	212	49	201.477	4625.400
10	P9	164	50	253.646	4879.046
11	P10	213	31	128.668	5007.714
12	P11	244	116	373.490	5381.204
13	P12	128	-87	291.627	5672.831
14	P13	41	73	160.489	5833.320
15	P14	114	122	289.974	6123.293
16	P15	352	72	180.872	6304.166
17	P16	64	55	285.193	6589.359

Tabel 5.5. Hasil Perhitungan Sudut Tikungan (Lanjutan)

No	Nama Titik	Sudut Azimuth (°)	Sudut Tikungan (°)	Jarak (m)	Jarak Kumulatif (m)
18	P17	119	34	142.703	6732.063
19	P18	85	52	119.961	6852.023
20	P19	137	51	114.202	6966.225
21	P20	86	34	183.412	7149.636
22	P21	51	84	172.402	7322.038
23	P22	135	111	164.741	7486.779
24	P23	24	71	184.264	7671.043
25	P24	95	74	231.157	7902.200
26	P25	169	93	328.795	8230.995
27	P26	77	19	121.125	8352.119
28	P27	58	35	85.267	8437.386
29	P28	92	35	191.358	8628.745
30	P29	58	72	188.792	8817.537
31	P30	346	62	371.914	9189.451
32	P31	48	91	337.523	9526.975
33	P32	139	28	212.801	9739.775
34	P33	110	67	232.026	9971.801
35	P34	43	56	270.608	10242.409
36	P35	99	79	325.227	10567.636
37	P36	178	21	135.652	10703.288
38	P37	199	124	198.212	10901.500
39	P38	75	30	298.972	11200.472
40	P39	105	50	130.795	11331.267
41	P40	55	72	181.623	11512.890

Tabel 5.5. Hasil Perhitungan Sudut Tikungan (Lanjutan)

No	Nama Titik	Sudut Azimuth (°)	Sudut Tikungan (°)	Jarak (m)	Jarak Kumulatif (m)
42	P41	343	95	210.523	11723.413
43	P42	78	31	268.303	11991.716
44	P43	46	55	143.540	12135.255
45	P44	351	37	131.334	12266.590
46	P45	314	122	175.581	12442.171
47	P46	76	80	232.971	12675.142
48	P47	356	117	255.207	12930.349
49	P48	113	-38	197.370	13127.718
50	P49	75	106	132.895	13260.614
51	P50	181	-47	372.182	13632.796
52	P51	134	73	170.204	13803.000
53	P52	207	-41	138.482	13941.482
54	P53	166	57	170.810	14112.292
55	P54	223	-94	171.660	14283.952
56	P55	129	-113	190.245	14474.198
57	P56	16	48	157.377	14631.574
58	P57	64	-11	130.126	14761.700
59	P58	53	22	133.545	14895.245
60	P59	75	36	363.944	15259.189
61	P60	111	-14	139.798	15398.987
62	B	96		143.590	15542.577

Sumber: Hasil Perhitungan

Perhitungan Tikungan

Perhitungan tikungan merupakan perhitungan parameter- parameter lengkung baik pada tipe Full Circle, Spiral- Circle- Spiral dan Spiral- Spiral. Berikut merupakan perhitungan parameter lengkung jalan rencana.

Data perencanaan jalan:

- Klasifikasi Jalan : Arteri Luar Kota
- Lebar Jalan (2/2 UD) : 2 x 3.5 m
- Kecepatan Rencana (V_R) : 40 km/jam (gunung)
60 km/jam (bukit)
- e max : 10% (luar kota)
- e normal : 2%
- f max : 0.166

$$\begin{aligned}
 R_{\min} &= \frac{V^2}{127 * (e_{\max} + f_{\max})} \\
 &= \frac{60^2}{127 * (0.10 + 0.166)} \\
 &= 47.36 \text{ m} \sim 48 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tikungan PI 1

Tikungan terletak pada STA 1+ 504.35

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 &= 63^\circ \\
 R_{\min} &= 48 \text{ m} \\
 R &= 200 \text{ m} \\
 e_{\max} = 10\% &= 0.10 \\
 V_R &= 60 \text{ km/jam (medan perbukitan)}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Superelevasi (e %)

Perhitungan awal superelevasi yaitu dengan membandingkan perhitungan Metode AASTHO 2004, AASTHO 2011 digunakan **Tabel 2.12.** , dan nilai superelevasi dari program land dektop.

Kemudian untuk nilai superelevasi yang digunakan diperoleh dari hasil program land dektop, berdasarkan nilai R rencana dan kecepatan rencana (V_R) yang digunakan. Untuk tikungan PI 1 diperoleh nilai $e = 4\%$ dengan nilai $R = 150$ dan $V_R = 60$ km/jam. Berikut ini terdapat pada **Tabel 5.6.**

Tabel 5.6. Perbandingan Hasil Perhitungan Superelevasi

No	Nama Tikungan	Sudut Tikungan	VD	R pakai	e maks	e	e	e
			(m/s)		(%)	(AASTHO 2004)	(AASTHO 2011)	(Land Dekstop)
1	P1	63	60	150	0,1	0,080	0,092	0,031
2	P2	37	40	80	0,1	0,070	0,08	0,038
3	P3	29	40	100	0,1	0,059	0,072	0,036
4	P4	57	40	60	0,1	0,086	0,09	0,04
5	P5	32	40	90	0,1	0,064	0,076	0,037
6	P6	26	40	120	0,1	0,051	0,066	0,034
7	P7	32	40	90	0,1	0,064	0,076	0,037
8	P8	49	40	60	0,1	0,086	0,09	0,04
9	P9	50	40	60	0,1	0,086	0,09	0,04
10	P10	31	40	90	0,1	0,064	0,076	0,037
11	P11	116	40	60	0,1	0,086	0,09	0,04
12	P12	87	40	60	0,1	0,086	0,09	0,04
13	P13	73	40	60	0,1	0,086	0,09	0,04
14	P14	122	40	60	0,1	0,086	0,09	0,04

Tabel 5.6. Perbandingan Hasil Perhitungan Superelevasi (Lanjutan)

No	Nama Tikungan	Sudut Tikungan	VD	R pakai	e maks	e	e	e
			(m/s)		(%)	(AASHTO 2004)	(AASHTO 2011)	(Land Dekstop)
15	P15	72	40	60	0,1	0,086	0,09	0,04
16	P16	55	40	60	0,1	0,086	0,09	0,04
17	P17	34	40	90	0,1	0,064	0,076	0,037
18	P18	52	40	60	0,1	0,086	0,09	0,04
19	P19	51	40	60	0,1	0,086	0,09	0,04
20	P20	34	40	90	0,1	0,064	0,076	0,037
21	P21	84	40	60	0,1	0,086	0,09	0,04
22	P22	111	40	60	0,1	0,086	0,09	0,04
23	P23	71	40	60	0,1	0,086	0,09	0,04
24	P24	74	40	60	0,1	0,086	0,09	0,04
25	P25	93	40	60	0,1	0,086	0,09	0,04
26	P26	19	40	150	0,1	0,052	0,092	0,031
27	P27	35	40	80	0,1	0,075	0,09	0,038
28	P28	35	40	80	0,1	0,075	0,09	0,038
29	P29	72	40	60	0,1	0,087	0,09	0,04
30	P30	62	40	60	0,1	0,087	0,09	0,04
31	P31	91	40	60	0,1	0,087	0,09	0,04
32	P32	28	40	100	0,1	0,068	0,072	0,036
33	P33	67	40	60	0,1	0,087	0,09	0,04
34	P34	56	40	60	0,1	0,087	0,09	0,04
35	P35	79	40	60	0,1	0,087	0,09	0,04
36	P36	21	40	140	0,1	0,055	0,06	0,032
37	P37	124	40	60	0,1	0,087	0,09	0,04
38	P38	30	40	100	0,1	0,068	0,072	0,036
39	P39	50	40	60	0,1	0,087	0,09	0,04

Tabel 5.6. Perbandingan Hasil Perhitungan Superelevasi (Lanjutan)

No	Nama Tikungan	Sudut Tikungan	VD	R pakai	e maks	e	e	e
			(m/s)		(%)	(AASHTO 2004)	(AASHTO 2011)	(Land Dekstop)
40	P40	72	40	60	0,1	0,087	0,09	0,04
41	P41	95	40	60	0,1	0,087	0,09	0,04
42	P42	31	40	90	0,1	0,071	0,076	0,037
43	P43	55	40	60	0,1	0,087	0,09	0,04
44	P44	37	40	80	0,1	0,075	0,08	0,038
45	P45	122	40	60	0,1	0,087	0,09	0,04
46	P46	80	40	60	0,1	0,087	0,09	0,04
47	P47	117	40	60	0,1	0,087	0,09	0,04
48	P48	38	40	80	0,1	0,075	0,08	0,038
49	P49	106	40	60	0,1	0,087	0,09	0,04
50	P50	47	40	60	0,1	0,087	0,09	0,04
51	P51	73	40	60	0,1	0,087	0,09	0,04
52	P52	41	40	80	0,1	0,075	0,08	0,038
53	P53	57	40	60	0,1	0,087	0,09	0,04
54	P54	94	40	60	0,1	0,087	0,09	0,04
55	P55	113	40	60	0,1	0,087	0,09	0,04
56	P56	58	40	60	0,1	0,087	0,09	0,04
57	P57	33	40	90	0,1	0,071	0,076	0,038
58	P58	34	40	130	0,1	0,060	0,064	0,033
59	P59	50	40	80	0,1	0,075	0,08	0,038
60	P60	42	40	90	0,1	0,071	0,076	0,037

Sumber: Hasil Perhitungan

Perhitungan Panjang Peralihan (Ls)

Length of spiral (Ls) dapat dilihat pada **Tabel 2.15.** hasilnya akan sama dengan nilai Ls diperoleh dari hasil program land dekstop berdasarkan nilai kecepatan rencana yang digunakan. Untuk tikungan PI 1, nilai $R = 150$ $V_R = 60$ km/jam diperoleh nilai $L_s = 33$ m.

Perhitungan Parameter Lengkung

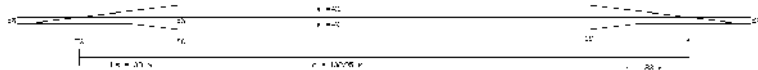
$$\begin{aligned}
 \text{PI 1} &= 63^0 \\
 L_s &= 33 \text{ m} \\
 s &= \frac{90 \times L_s}{\pi R} = \frac{90 \times 33}{\pi \times 150} = 6.302 \\
 L_c &= \frac{(1 - 2\theta_s) \cdot \pi \cdot R}{180} = \frac{(63 - (2 \times 6.302)) \times \pi \times 150}{180} \\
 &= 132.95 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Karena $e = 0.04 > 0.03$ dan $L_c > 25$ m, maka tikungan direncanakan menggunakan tipe SCS (*Spiral -Circle -Spiral*).

Perhitungan parameter tikungan :

- $$\begin{aligned}
 p &= \frac{L_s^2}{6R} - R(1 - \cos \theta_s) \\
 &= \frac{33^2}{6 \times 150} - 150(1 - \cos 6.302) \\
 &= 0.30341 \text{ m}
 \end{aligned}$$
- $$\begin{aligned}
 k &= L_s - \frac{L_s^2}{40R^2} - R \sin \theta_s \\
 &= 33 - \frac{33^2}{40 \times 150^2} - 150 \sin 6.302 \\
 &= 16.532 \text{ m}
 \end{aligned}$$
- $$\begin{aligned}
 T_s &= (R + p) \times \tan\left(\frac{1}{2}\Delta\right) + k \\
 &= (150 + 0.30341) \times \tan\left(\frac{1}{2} \cdot 63\right) + 16.532 \\
 &= 109.341 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- $$\begin{aligned}
 \bullet E &= \frac{(R+p)}{\cos\left(\frac{1}{2}\Delta\right)} - R \\
 &= \frac{(150+0.30341)}{\cos\left(\frac{1}{2} \times 63\right)} - 150 \\
 &= 26.648\text{m}
 \end{aligned}$$
- $$\begin{aligned}
 \bullet X_s &= Ls \left(1 - \frac{Ls^2}{40 \times R^2}\right) \\
 &= 33 \left(1 - \frac{33^2}{40 \times 150^2}\right) \\
 &= 32.960 \text{ m}
 \end{aligned}$$
- $$\bullet Y_s = \frac{Ls^2}{6R} = \frac{33^2}{6 \times 150} = 1.2100 \text{ m}$$



Gambar 5.3. Diagram Superelevasi Tikungan PI 1
Perhitungan Jarak Kebebasan Pada Tikungan

Perhitungan jarak kebebasan samping dimaksudkan untuk memberikan jarak aman pengemudi untuk melihat rintangan didepannya.

$$E = R' \left[1 - \cos\left(\frac{28,65 \times S}{R'}\right) \right]$$

dimana :

- E = Kebebasan samping (m)
- R' = Jari- jari sumbu lajur dalam (m)
- = Setengah sudut pusat lengkung sepanjang L

- S = Jarak pandangan (m)
 Lt = Panjang total lengkung (m)

maka, untuk jalan 2/2 UD dengan perhitungannya adalah:

- $R' = R - \left(\frac{1}{2} \text{Lebar Jalan}\right)$
 $= 150 - \left(\frac{1}{2} \times 7\right)$
 $= 146.50 \text{ m}$
- $Fm = 0.38$ (berdasarkan kecepatan rencana)
- $Lt = Lc + (2 \times Ls)$
 $= 132.95 + (2 \times 33)$
 $= 198.952 \text{ m}$
- $S = 0.278 \times V \times t + (V^2 / (254 \times fm))$
 $= 0.278 \times 60 \times 2.5 + (60^2 / (254 \times 0.38))$
 $= 79 \text{ m}$
- Untuk $S < Lt$, menggunakan rumus berikut:
 $E = R' \left[1 - \cos \left(\frac{28,65 \times S}{R'} \right) \right]$
 $= 146.5 \left[1 - \cos \left(\frac{28,65 \times 79}{146,5} \right) \right]$
 $= 5.293 \text{ m}$

Perhitungan Pelebaran Tikungan

- $U = \mu + R - \sqrt{R^2 + L^2}$
 $= 2.5 + 150 - \sqrt{150^2 + 6.5^2}$
 $= 2.64 \text{ m}$
- $Fa = \sqrt{R^2 + A(2L + A)} - R$
 $= \sqrt{150^2 + 1.5(2 \times 6.5 + 1.5)} - 150$
 $= 0.072 \text{ m}$

$$\begin{aligned}
 \bullet Z &= \frac{V}{\sqrt{R}} \\
 &= \frac{60}{\sqrt{150}} \\
 &= 0.490 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet W_c &= N (U+C) + (N-1) F_a + Z \\
 &= 2 (2.64+0.9) + ((2-1) \times 0.072) + 0.490 \\
 &= 7.6 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\bullet W_n = 7 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet &= W_c - W_n \\
 &= 7.5 - 7 \\
 &= 0.5 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Perhitungan rekapitulasi alinemen horizontal terdapat pada **Tabel 5.7**, **Tabel 5.8**, dan **Tabel 5.9**

Tabel 5.7. Parameter Lengkung Tikungan

No	Kode	(°)	V (m/s)	R	Ls (m)	e (%)	Øs	Lc	Tipe	Parameter Lengkung					
										p (m)	k (m)	Ts (m)	Es (m)	Xs (m)	Ys (m)
1	P1	63	60	150	33	4.0	6.3025	132.95	SCS	0.30341	16.532	109.341	26.648	32.960	1.210
2	P2	37	40	80	22	3.8	7.878	29.68	SCS	0.25327	11.033	37.893	4.629	21.958	1.008
3	P3	29	40	100	22	3.6	6.303	29.03	SCS	0.20228	11.021	37.157	3.555	21.973	0.807
4	P4	57	40	60	22	4.0	10.504	38.12	SCS	0.33893	11.058	44.100	8.794	21.926	1.344
5	P5	32	40	90	22	3.7	7.003	28.23	SCS	0.22491	11.026	36.879	3.856	21.967	0.896
6	P6	26	40	120	22	3.4	5.252	32.18	SCS	0.16841	11.015	38.614	3.297	21.982	0.672
7	P7	32	40	90	22	3.7	7.003	28.66	SCS	0.22491	11.026	37.114	3.921	21.967	0.896
8	P8	49	40	60	22	4.0	10.504	29.10	SCS	0.33893	11.058	38.427	6.256	21.926	1.344
9	P9	50	40	60	22	4.0	10.504	29.94	SCS	0.33893	11.058	38.936	6.468	21.926	1.344
10	P10	31	40	90	22	3.7	7.003	26.95	SCS	0.22491	11.026	36.186	3.667	21.967	0.896
11	P11	116	40	60	22	4.0	10.504	99.75	SCS	0.33893	11.058	108.124	54.291	21.926	1.344
12	P12	87	40	60	22	4.0	10.504	68.84	SCS	0.33893	11.058	68.064	23.008	21.926	1.344
13	P13	73	40	60	22	4.0	10.504	54.00	SCS	0.33893	11.058	55.361	14.857	21.926	1.344
14	P14	122	40	60	22	4.0	10.504	105.44	SCS	0.33893	11.058	119.225	63.859	21.926	1.344
15	P15	72	40	60	22	4.0	10.504	53.51	SCS	0.33893	11.058	54.987	14.636	21.926	1.344
16	P16	55	40	60	22	4.0	10.504	35.31	SCS	0.33893	11.058	42.289	7.942	21.926	1.344
17	P17	34	40	90	22	3.7	7.003	30.84	SCS	0.22491	11.026	38.301	4.257	21.967	0.896
18	P18	52	40	60	22	4.0	10.504	32.12	SCS	0.33893	11.058	40.277	7.041	21.926	1.344

Tabel 5.7. Parameter Lengkung Tikungan (Lanjutan)

No	Kode		V	R	Ls	e	Øs	Lc	Tipe	Parameter Lengkung					
		(°)	(m/s)		(m)	(%)				p (m)	k (m)	Ts (m)	Es (m)	Xs (m)	Ys (m)
19	P19	51	40	60	22	4.0	10.504	31.63	SCS	0.33893	11.058	39.979	6.912	21.926	1.344
20	P20	34	40	90	22	3.7	7.003	31.94	SCS	0.22491	11.026	38.901	4.433	21.967	0.896
21	P21	84	40	60	22	4.0	10.504	65.68	SCS	0.33893	11.058	65.132	21.023	21.926	1.344
22	P22	111	40	60	22	4.0	10.504	93.96	SCS	0.33893	11.058	98.417	46.172	21.926	1.344
23	P23	71	40	60	22	4.0	10.504	52.02	SCS	0.33893	11.058	53.844	13.969	21.926	1.344
24	P24	74	40	60	22	4.0	10.504	55.74	SCS	0.33893	11.058	56.724	15.671	21.926	1.344
25	P25	93	40	60	22	4.0	10.504	75.01	SCS	0.33893	11.058	74.245	27.369	21.926	1.344
26	P26	19	40	150	22	3.1	4.202	28.05	SCS	0.13463	11.009	36.290	2.248	21.988	0.538
27	P27	35	40	80	22	3.8	7.878	26.29	SCS	0.25327	11.033	36.018	4.053	21.958	1.008
28	P28	35	40	80	22	3.8	7.878	26.29	SCS	0.25327	11.033	36.020	4.053	21.958	1.008
29	P29	72	40	60	22	4.0	10.504	53.04	SCS	0.33893	11.058	54.619	14.420	21.926	1.344
30	P30	62	40	60	22	4.0	10.504	42.50	SCS	0.33893	11.058	47.019	10.242	21.926	1.344
31	P31	91	40	60	22	4.0	10.504	73.25	SCS	0.33893	11.058	72.419	26.057	21.926	1.344
32	P32	28	40	100	22	3.6	6.303	27.61	SCS	0.20228	11.021	36.400	3.366	21.973	0.807

Tabel 5.7. Parameter Lengkung Tikungan (Lanjutan)

No	Kode		V	R	Ls	e	Øs	Lc	Tipe	Parameter Lengkung					
		(°)	(m/s)		(m)	(%)				p (m)	k (m)	Ts (m)	Es (m)	Xs (m)	Ys (m)
33	P33	67	40	60	22	4.0	10.504	48.32	SCS	0.33893	11.058	51.108	12.421	21.926	1.344
34	P34	56	40	60	22	4.0	10.504	36.62	SCS	0.33893	11.058	43.128	8.332	21.926	1.344
35	P35	79	40	60	22	4.0	10.504	60.94	SCS	0.33893	11.058	60.976	18.311	21.926	1.344
36	P36	21	40	140	22	3.2	4.502	29.05	SCS	0.14427	11.011	36.847	2.506	21.986	0.576
37	P37	124	40	60	22	4.0	10.504	107.77	SCS	0.33893	11.058	124.356	68.363	21.926	1.344
38	P38	30	40	100	22	3.6	6.303	29.50	SCS	0.20228	11.021	37.411	3.619	21.973	0.807
39	P39	50	40	60	22	4.0	10.504	30.29	SCS	0.33893	11.058	39.154	6.559	21.926	1.344
40	P40	72	40	60	22	4.0	10.504	53.46	SCS	0.33893	11.058	54.942	14.610	21.926	1.344
41	P41	95	40	60	22	4.0	10.504	77.48	SCS	0.33893	11.058	76.906	29.312	21.926	1.344
42	P42	31	40	90	22	3.7	7.003	27.00	SCS	0.22491	11.026	36.212	3.674	21.967	0.896
43	P43	55	40	60	22	4.0	10.504	35.71	SCS	0.33893	11.058	42.545	8.060	21.926	1.344
44	P44	37	40	80	22	3.8	7.878	30.24	SCS	0.25327	11.033	38.206	4.729	21.958	1.008
45	P45	122	40	60	22	4.0	10.504	105.48	SCS	0.33893	11.058	119.326	63.947	21.926	1.344
46	P46	80	40	60	22	4.0	10.504	61.40	SCS	0.33893	11.058	61.367	18.561	21.926	1.344
47	P47	117	40	60	22	4.0	10.504	100.68	SCS	0.33893	11.058	109.808	55.725	21.926	1.344
48	P48	38	40	80	22	3.8	7.878	31.34	SCS	0.25327	11.033	38.823	4.929	21.958	1.008

Tabel 5.7. Parameter Lengkung Tikungan (Lanjutan)

No	Kode		V	R	Ls	e	Øs	Lc	Tipe	Parameter Lengkung					
		(°)	(m/s)		(m)	(%)				p (m)	k (m)	Ts (m)	Es (m)	Xs (m)	Ys (m)
49	P49	106	40	60	22	4.0	10.504	88.77	SCS	0.33893	11.058	90.802	39.999	21.926	1.344
50	P50	47	40	60	22	4.0	10.504	26.75	SCS	0.33893	11.058	37.017	5.686	21.926	1.344
51	P51	73	40	60	22	4.0	10.504	54.57	SCS	0.33893	11.058	55.805	15.120	21.926	1.344
52	P52	41	40	80	22	3.8	7.878	35.80	SCS	0.25327	11.033	41.353	5.790	21.958	1.008
53	P53	57	40	60	22	4.0	10.504	37.95	SCS	0.33893	11.058	43.988	8.740	21.926	1.344
54	P54	94	40	60	22	4.0	10.504	76.52	SCS	0.33893	11.058	75.856	28.541	21.926	1.344
55	P55	113	40	60	22	4.0	10.504	96.59	SCS	0.33893	11.058	102.644	49.676	21.926	1.344
56	P56	58	40	60	22	4.0	10.504	39.06	SCS	0.33893	11.058	44.718	9.092	21.926	1.344
57	P57	33	40	90	22	3.8	7.003	29.48	SCS	0.22491	11.026	37.558	4.045	21.967	0.896
58	P58	34	40	130	22	3.3	4.848	54.27	SCS	0.15541	11.012	50.325	5.963	21.984	0.621
59	P59	50	40	80	22	3.8	7.878	47.50	SCS	0.25327	11.033	48.267	8.470	21.958	1.008
60	P60	42	40	90	22	3.7	7.003	44.09	SCS	0.22491	11.026	45.728	6.669	21.967	0.896

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 5.8. Jarak Kebebasan Pada Tikungan

No	Kode		R	Ls (m)	Lc (m)		Lebar Jalan (m)	Jarak Kebebasan Pada Tikungan			
		(°)						R' (m)	S (m)	Lt (m)	E (m)
1	P1	63	150	33	132.95	32	7	146.50	79.00	198.952	5.293
2	P2	37	80	22	29.68	19	7	76.50	44.38	73.676	3.196
3	P3	29	100	22	29.03	15	7	96.50	44.38	73.029	2.540
4	P4	57	60	22	38.12	29	7	56.50	44.38	82.121	4.302
5	P5	32	90	22	28.23	16	7	86.50	44.38	72.232	2.831
6	P6	26	120	22	32.18	13	7	116.50	44.38	76.182	2.107
7	P7	32	90	22	28.66	16	7	86.50	44.38	72.665	2.831
8	P8	49	60	22	29.10	24	7	56.50	44.38	73.100	4.302
9	P9	50	60	22	29.94	25	7	56.50	44.38	73.936	4.302
10	P10	31	90	22	26.95	16	7	86.50	44.38	70.952	2.831
11	P11	116	60	22	99.75	58	7	56.50	44.38	143.755	4.302
12	P12	87	60	22	68.84	43	7	56.50	44.38	112.840	4.302
13	P13	73	60	22	54.00	36	7	56.50	44.38	98.001	4.302
14	P14	122	60	22	105.44	61	7	56.50	44.38	149.435	4.302

Tabel 5.8. Jarak Kebebasan Pada Tikungan (Lanjutan)

No	Kode	(°)	R	Ls (m)	Lc (m)		Lebar Jalan (m)	Jarak Kebebasan Pada Tikungan			
								R' (m)	S (m)	Lt (m)	E (m)
15	P15	72	60	22	53.51	36	7	56.50	44.38	97.515	4.302
16	P16	55	60	22	35.31	27	7	56.50	44.38	79.314	4.302
17	P17	34	90	22	30.84	17	7	86.50	44.38	74.842	2.831
18	P18	52	60	22	32.12	26	7	56.50	44.38	76.116	4.302
19	P19	51	60	22	31.63	26	7	56.50	44.38	75.635	4.302
20	P20	34	90	22	31.94	17	7	86.50	44.38	75.936	2.831
21	P21	84	60	22	65.68	42	7	56.50	44.38	109.684	4.302
22	P22	111	60	22	93.96	55	7	56.50	44.38	137.961	4.302
23	P23	71	60	22	52.02	35	7	56.50	44.38	96.016	4.302
24	P24	74	60	22	55.74	37	7	56.50	44.38	99.742	4.302
25	P25	93	60	22	75.01	46	7	56.50	44.38	119.014	4.302
26	P26	19	150	22	28.05	10	7	146.50	44.38	72.046	1.677
27	P27	35	80	22	26.29	17	7	76.50	44.38	70.290	3.196
28	P28	35	80	22	26.29	17	7	76.50	44.38	70.294	3.196

Tabel 5.8. Jarak Kebebasan Pada Tikungan (Lanjutan)

No	Kode	(°)	R	Ls (m)	Lc (m)		Lebar Jalan (m)	Jarak Kebebasan Pada Tikungan			
								R' (m)	S (m)	Lt (m)	E (m)
29	P29	72	60	22	53.04	36	7	56.50	44.38	97.035	4.302
30	P30	62	60	22	42.50	31	7	56.50	44.38	86.496	4.302
31	P31	91	60	22	73.25	45	7	56.50	44.38	117.255	4.302
32	P32	28	100	22	27.61	14	7	96.50	44.38	71.613	2.540
33	P33	67	60	22	48.32	34	7	56.50	44.38	92.317	4.302
34	P34	56	60	22	36.62	28	7	56.50	44.38	80.622	4.302
35	P35	79	60	22	60.94	40	7	56.50	44.38	104.939	4.302
36	P36	21	140	22	29.05	10	7	136.50	44.38	73.045	1.800
37	P37	124	60	22	107.77	62	7	56.50	44.38	151.772	4.302
38	P38	30	100	22	29.50	15	7	96.50	44.38	73.504	2.540
39	P39	50	60	22	30.29	25	7	56.50	44.38	74.293	4.302
40	P40	72	60	22	53.46	36	7	56.50	44.38	97.457	4.302
41	P41	95	60	22	77.48	47	7	56.50	44.38	121.483	4.302
42	P42	31	90	22	27.00	16	7	86.50	44.38	71.000	2.831

Tabel 5.8. Jarak Kebebasan Pada Tikungan (Lanjutan)

No	Kode	(°)	R	Ls (m)	Lc (m)		Lebar Jalan (m)	Jarak Kebebasan Pada Tikungan			
								R' (m)	S (m)	Lt (m)	E (m)
43	P43	55	60	22	35.71	28	7	56.50	44.38	79.715	4.302
44	P44	37	80	22	30.24	19	7	76.50	44.38	74.236	3.196
45	P45	122	60	22	105.48	61	7	56.50	44.38	149.483	4.302
46	P46	80	60	22	61.40	40	7	56.50	44.38	105.400	4.302
47	P47	117	60	22	100.68	59	7	56.50	44.38	144.677	4.302
48	P48	38	80	22	31.34	19	7	76.50	44.38	75.337	3.196
49	P49	106	60	22	88.77	53	7	56.50	44.38	132.766	4.302
50	P50	47	60	22	26.75	23	7	56.50	44.38	70.754	4.302
51	P51	73	60	22	54.57	37	7	56.50	44.38	98.571	4.302
52	P52	41	80	22	35.80	21	7	76.50	44.38	79.796	3.196
53	P53	57	60	22	37.95	29	7	56.50	44.38	81.948	4.302
54	P54	94	60	22	76.52	47	7	56.50	44.38	120.522	4.302
55	P55	113	60	22	96.59	57	7	56.50	44.38	140.589	4.302
56	P56	58	60	22	39.06	29	7	56.50	44.38	83.061	4.302

Tabel 5.8. Jarak Kebebasan Pada Tikungan (Lanjutan)

No	Kode	(°)	R	Ls (m)	Lc (m)		Lebar Jalan (m)	Jarak Kebebasan Pada Tikungan			
								R' (m)	S (m)	Lt (m)	E (m)
57	P57	33	90	22	29.48	16	7	86.50	44.38	73.481	2.831
58	P58	34	130	22	54.27	17	7	126.50	44.38	98.266	1.941
59	P59	50	80	22	47.50	25	7	76.50	44.38	91.504	3.196
60	P60	42	90	22	44.09	21	7	86.50	44.38	88.092	2.831

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 5.9. Pelebaran Tikungan

No	Kode	(°)	VD (m/s)	R	Pelebaran Tikungan										
					N	L (m)	μ (m)	U (m)	C	A (m)	Fa (m)	Z (m)	Wc (m)	Wn (m)	(m)
1	P1	63	60	150	2	6.5	2.5	2.64	0.9	1.5	0.072	0.490	7.6	7	0.6
2	P2	37	40	80	2	6.5	2.5	2.76	0.9	1.5	0.136	0.447	7.9	7	0.9
3	P3	29	40	100	2	6.5	2.5	2.71	0.9	1.5	0.109	0.400	7.7	7	0.7
4	P4	57	40	60	2	6.5	2.5	2.85	0.9	1.5	0.181	0.516	8.2	7	1.2
5	P5	32	40	90	2	6.5	2.5	2.74	0.9	1.5	0.121	0.422	7.8	7	0.8
6	P6	26	40	120	2	6.5	2.5	2.68	0.9	1.5	0.091	0.365	7.6	7	0.6
7	P7	32	40	90	2	6.5	2.5	2.74	0.9	1.5	0.121	0.422	7.8	7	0.8
8	P8	49	40	60	2	6.5	2.5	2.85	0.9	1.5	0.181	0.516	8.2	7	1.2
9	P9	50	40	60	2	6.5	2.5	2.85	0.9	1.5	0.181	0.516	8.2	7	1.2
10	P10	31	40	90	2	6.5	2.5	2.74	0.9	1.5	0.121	0.422	7.8	7	0.8
11	P11	116	40	60	2	6.5	2.5	2.85	0.9	1.5	0.181	0.516	8.2	7	1.2
12	P12	87	40	60	2	6.5	2.5	2.85	0.9	1.5	0.181	0.516	8.2	7	1.2
13	P13	73	40	60	2	6.5	2.5	2.85	0.9	1.5	0.181	0.516	8.2	7	1.2

Tabel 5.9. Pelebaran Tikungan (Lanjutan)

No	Kode	(°)	VD (m/s)	R	Pelebaran Tikungan										(m)
					N	L (m)	μ (m)	U (m)	C	A (m)	Fa (m)	Z (m)	Wc (m)	Wn (m)	
14	P14	122	40	60	2	6.5	2.5	2.85	0.9	1.5	0.181	0.516	8.2	7	1.2
15	P15	72	40	60	2	6.5	2.5	2.85	0.9	1.5	0.181	0.516	8.2	7	1.2
16	P16	55	40	60	2	6.5	2.5	2.85	0.9	1.5	0.181	0.516	8.2	7	1.2
17	P17	34	40	90	2	6.5	2.5	2.74	0.9	1.5	0.121	0.422	7.8	7	0.8
18	P18	52	40	60	2	6.5	2.5	2.85	0.9	1.5	0.181	0.516	8.2	7	1.2
19	P19	51	40	60	2	6.5	2.5	2.85	0.9	1.5	0.181	0.516	8.2	7	1.2
20	P20	34	40	90	2	6.5	2.5	2.74	0.9	1.5	0.121	0.422	7.8	7	0.8
21	P21	84	40	60	2	6.5	2.5	2.85	0.9	1.5	0.181	0.516	8.2	7	1.2
22	P22	111	40	60	2	6.5	2.5	2.85	0.9	1.5	0.181	0.516	8.2	7	1.2
23	P23	71	40	60	2	6.5	2.5	2.85	0.9	1.5	0.181	0.516	8.2	7	1.2
24	P24	74	40	60	2	6.5	2.5	2.85	0.9	1.5	0.181	0.516	8.2	7	1.2
25	P25	93	40	60	2	6.5	2.5	2.85	0.9	1.5	0.181	0.516	8.2	7	1.2
26	P26	19	40	150	2	6.5	2.5	2.64	0.9	1.5	0.072	0.327	7.5	7	0.5

Tabel 5.9. Pelebaran Tikungan (Lanjutan)

No	Kode	(°)	VD (m/s)	R	Pelebaran Tikungan										
					N	L (m)	μ (m)	U (m)	C	A (m)	Fa (m)	Z (m)	Wc (m)	Wn (m)	(m)
27	P27	35	40	80	2	6.5	2.5	2.76	0.9	1.5	0.136	0.447	7.9	7	0.9
28	P28	35	40	80	2	6.5	2.5	2.76	0.9	1.5	0.136	0.447	7.9	7	0.9
29	P29	72	40	60	2	6.5	2.5	2.85	0.9	1.5	0.181	0.516	8.2	7	1.2
30	P30	62	40	60	2	6.5	2.5	2.85	0.9	1.5	0.181	0.516	8.2	7	1.2
31	P31	91	40	60	2	6.5	2.5	2.85	0.9	1.5	0.181	0.516	8.2	7	1.2
32	P32	28	40	100	2	6.5	2.5	2.71	0.9	1.5	0.109	0.400	7.7	7	0.7
33	P33	67	40	60	2	6.5	2.5	2.85	0.9	1.5	0.181	0.516	8.2	7	1.2
34	P34	56	40	60	2	6.5	2.5	2.85	0.9	1.5	0.181	0.516	8.2	7	1.2
35	P35	79	40	60	2	6.5	2.5	2.85	0.9	1.5	0.181	0.516	8.2	7	1.2
36	P36	21	40	140	2	6.5	2.5	2.65	0.9	1.5	0.078	0.338	7.5	7	0.5
37	P37	124	40	60	2	6.5	2.5	2.85	0.9	1.5	0.181	0.516	8.2	7	1.2
38	P38	30	40	100	2	6.5	2.5	2.71	0.9	1.5	0.109	0.400	7.7	7	0.7
39	P39	50	40	60	2	6.5	2.5	2.85	0.9	1.5	0.181	0.516	8.2	7	1.2

Tabel 5.9. Pelebaran Tikungan (Lanjutan)

No	Kode	(°)	VD (m/s)	R	Pelebaran Tikungan										
					N	L (m)	μ (m)	U (m)	C	A (m)	Fa (m)	Z (m)	Wc (m)	Wn (m)	(m)
39	P39	50	40	60	2	6.5	2.5	2.85	0.9	1.5	0.181	0.516	8.2	7	1.2
40	P40	72	40	60	2	6.5	2.5	2.85	0.9	1.5	0.181	0.516	8.2	7	1.2
41	P41	95	40	60	2	6.5	2.5	2.85	0.9	1.5	0.181	0.516	8.2	7	1.2
42	P42	31	40	90	2	6.5	2.5	2.74	0.9	1.5	0.121	0.422	7.8	7	0.8
43	P43	55	40	60	2	6.5	2.5	2.85	0.9	1.5	0.181	0.516	8.2	7	1.2
44	P44	37	40	80	2	6.5	2.5	2.76	0.9	1.5	0.136	0.447	7.9	7	0.9
45	P45	122	40	60	2	6.5	2.5	2.85	0.9	1.5	0.181	0.516	8.2	7	1.2
46	P46	80	40	60	2	6.5	2.5	2.85	0.9	1.5	0.181	0.516	8.2	7	1.2
47	P47	117	40	60	2	6.5	2.5	2.85	0.9	1.5	0.181	0.516	8.2	7	1.2
48	P48	38	40	80	2	6.5	2.5	2.76	0.9	1.5	0.136	0.447	7.9	7	0.9
49	P49	106	40	60	2	6.5	2.5	2.85	0.9	1.5	0.181	0.516	8.2	7	1.2
50	P50	47	40	60	2	6.5	2.5	2.85	0.9	1.5	0.181	0.516	8.2	7	1.2
51	P51	73	40	60	2	6.5	2.5	2.85	0.9	1.5	0.181	0.516	8.2	7	1.2
52	P52	41	40	80	2	6.5	2.5	2.76	0.9	1.5	0.136	0.447	7.9	7	0.9

Tabel 5.9. Pelebaran Tikungan (Lanjutan)

No	Kode	(°)	VD (m/s)	R	Pelebaran Tikungan							Z (m)	Wc (m)	Wn (m)	(m)
					N	L (m)	μ (m)	U (m)	C	A (m)	Fa (m)				
53	P53	57	40	60	2	6.5	2.5	2.85	0.9	1.5	0.181	0.516	8.2	7	1.2
54	P54	94	40	60	2	6.5	2.5	2.85	0.9	1.5	0.181	0.516	8.2	7	1.2
55	P55	113	40	60	2	6.5	2.5	2.85	0.9	1.5	0.181	0.516	8.2	7	1.2
56	P56	58	40	60	2	6.5	2.5	2.85	0.9	1.5	0.181	0.516	8.2	7	1.2
57	P57	33	40	90	2	6.5	2.5	2.74	0.9	1.5	0.121	0.422	7.8	7	0.8
58	P58	34	40	130	2	6.5	2.5	2.66	0.9	1.5	0.084	0.351	7.6	7	0.6
59	P59	50	40	80	2	6.5	2.5	2.76	0.9	1.5	0.136	0.447	7.9	7	0.9
60	P60	42	40	90	2	6.5	2.5	2.74	0.9	1.5	0.121	0.422	7.8	7	0.8

Sumber: Hasil Perhitungan

5.4. Perencanaan Alinemen Vertikal

Alinemen vertikal atau biasa juga disebut penampang melintang jalan didefinisikan sebagai perpotongan antara potongan bidang vertikal dengan badan jalan arah memanjang (Sukrman,1994).

Perencanaan alinemen vertikal berkaitan erat dengan besarnya volume galian dan timbunan yang akan terjadi, oleh karena itu perencanaannya juga terkait dengan besarnya biaya konstruksi yang akan terjadi.

Perhitungan Kelandaian Rencana

$$g_n = \frac{h}{L} \times 100\%$$

Contoh perhitungan :

$$\begin{aligned} g1 &= \frac{El.PV1 - El.A}{Jarak STA PV1 - STA A} \times 100\% \\ &= \frac{1}{800} \times 100\% \\ &= 0.13\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} g2 &= \frac{El.PV2 - El.PV1}{Jarak STA PV2 - STA PV1} \times 100\% \\ &= \frac{9}{600} \times 100\% \\ &= 1.50\% \end{aligned}$$

Hasil perhitungan selanjutnya akan disajikan dalam bentuk tabel berikut ini.

Tabel 5.10. Kelandaian Rencana

No	Titik	STA	Beda Elevasi		Jarak		g1	g2	A
			Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	(%)	(%)	(%)
1	PV1	800	1	9	800	600	0.13	1.50	1.38
2	PV2	1400	9	0	600	800	1.50	0.00	1.50
3	PV3	2200	0	-8	800	700	0.00	-1.14	1.14
4	PV4	2900	-8	18.5	700	200	-1.14	9.25	10.39
5	PV5	3100	18.5	2	200	100	9.25	2.00	7.25
6	PV6	3200	2	19	100	200	2.00	9.50	7.50
7	PV7	3400	19	16.5	200	150	9.50	11.00	1.50
8	PV8	3550	16.5	18	150	200	11.00	9.00	2.00
9	PV9	3750	18	11	200	100	9.00	11.00	2.00
10	PV10	3850	11	5	100	100	11.00	5.00	6.00
11	PV11	3950	5	0	100	200	5.00	0.00	5.00
12	PV12	4150	0	15	200	200	0.00	7.50	7.50
13	PV13	4350	15	27.5	200	250	7.50	11.00	3.50
14	PV14	4600	27.5	2	250	250	11.00	0.80	10.20
15	PV15	4850	2	20.3	250	250	0.80	8.12	7.32
16	PV16	5100	20.3	-10	250	100	8.12	-10.00	18.12
17	PV17	5200	-10	11	100	100	-10.00	11.00	21.00
18	PV18	5300	11	24	100	250	11.00	9.60	1.40
19	PV19	5550	24	27.5	250	250	9.60	11.00	1.40
20	PV20	5800	27.5	-8	250	200	11.00	-4.00	15.00
21	PV21	6000	-8	26	200	250	-4.00	10.40	14.40
22	PV22	6250	26	-7	250	100	10.40	-7.00	17.40
23	PV23	6350	-7	3.5	100	100	-7.00	3.50	10.50
24	PV24	6450	3.5	-5	100	100	3.50	-5.00	8.50
25	PV25	6550	-5	11	100	100	-5.00	11.00	16.00

Tabel 5.10. Kelandaian Rencana (Lanjutan)

No	Titik	STA	Beda Elevasi		Jarak		g1 (%)	g2 (%)	A (%)
			Kiri	Kanan	Kiri	Kanan			
26	PV26	6650	11	1	100	50	11.00	2.00	9.00
27	PV27	6700	1	-5.5	50	50	2.00	-11.00	13.00
28	PV28	6750	-5.5	2	50	100	-11.00	2.00	13.00
29	PV29	6850	2	-9.8	100	250	2.00	-3.92	5.92
30	PV30	7100	-9.8	2	250	50	-3.92	4.00	7.92
31	PV31	7150	2	-9.5	50	100	4.00	-9.50	13.50
32	PV32	7250	-9.5	22	100	200	-9.50	11.00	20.50
33	PV33	7450	22	0	200	300	11.00	0.00	11.00
34	PV34	7750	0	-2	300	100	0.00	-2.00	2.00
35	PV35	7850	-2	-5.5	100	50	-2.00	-11.00	9.00
36	PV36	7900	-5.5	4	50	250	-11.00	1.60	12.60
37	PV37	8150	4	-8	250	100	1.60	-8.00	9.60
38	PV38	8250	-8	-6	100	150	-8.00	-4.00	4.00
39	PV39	8400	-6	6	150	150	-4.00	4.00	8.00
40	PV40	8550	6	2	150	150	4.00	1.33	2.67
41	PV41	8700	2	14	150	200	1.33	7.00	5.67
42	PV42	8900	14	5	200	100	7.00	5.00	2.00
43	PV43	9000	5	-11	100	100	5.00	-11.00	16.00
44	PV44	9100	-11	3.5	100	150	-11.00	2.33	13.33
45	PV45	9250	3.5	-11	150	100	2.33	-11.00	13.33
46	PV46	9350	-11	-6	100	150	-11.00	-4.00	7.00
47	PV47	9500	-6	-11	150	100	-4.00	-11.00	7.00
48	PV48	9600	-11	-5	100	250	-11.00	-2.00	9.00
49	PV49	9850	-5	22	250	200	-2.00	11.00	13.00
50	PV50	10050	22	5	200	150	11.00	3.33	7.67

Tabel 5.10. Kelandaian Rencana (Lanjutan)

No	Titik	STA	Beda Elevasi		Jarak		g1 (%)	g2 (%)	A (%)
			Kiri	Kanan	Kiri	Kanan			
51	PV51	10200	5	3	150	200	3.33	1.50	1.83
52	PV52	10400	3	-11	200	100	1.50	-11.00	12.50
53	PV53	10500	-11	8.5	100	100	-11.00	8.50	19.50
54	PV54	10600	8.5	-7	100	100	8.50	-7.00	15.50
55	PV55	10700	-7	10.5	100	200	-7.00	5.25	12.25
56	PV56	10900	10.5	-26	200	350	5.25	-7.43	12.68
57	PV57	11250	-26	16	350	150	-7.43	10.67	18.10
58	PV58	11400	16	5	150	100	10.67	5.00	5.67
59	PV59	11500	5	-3	100	100	5.00	-3.00	8.00
60	PV60	11600	-3	6	100	100	-3.00	6.00	9.00
61	PV61	11700	6	-11	100	100	6.00	-11.00	17.00
62	PV62	11800	-11	5	100	100	-11.00	5.00	16.00
63	PV63	11900	5	-7	100	150	5.00	-4.67	9.67
64	PV64	12050	-7	18	150	250	-4.67	7.20	11.87
65	PV65	12300	18	-14	250	150	7.20	-9.33	16.53
66	PV66	12450	-14	11	150	100	-9.33	11.00	20.33
67	PV67	12550	11	-11	100	150	11.00	-7.33	18.33
68	PV68	12700	-11	1	150	150	-7.33	0.67	8.00
69	PV69	12850	1	15	150	150	0.67	10.00	9.33
70	PV70	13000	15	-22	150	200	10.00	-11.00	21.00
71	PV71	13200	-22	-20	200	200	-11.00	-10.00	1.00
72	PV72	13400	-20	8	200	100	-10.00	8.00	18.00
73	PV73	13500	8	-1	100	150	8.00	-0.67	8.67
74	PV74	13650	-1	11	150	100	-0.67	11.00	11.67
75	PV75	13750	11	-3	100	100	11.00	-3.00	14.00

Tabel 5.10. Kelandaian Rencana (Lanjutan)

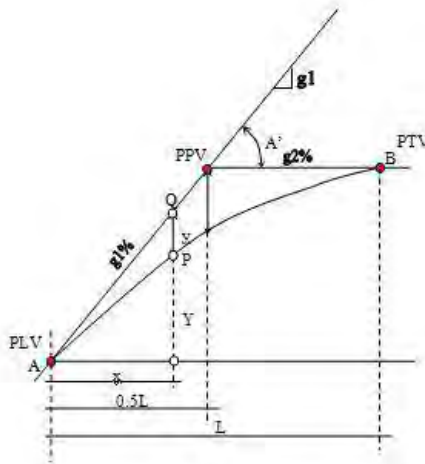
No	Titik	STA	Beda Elevasi		Jarak		g1 (%)	g2 (%)	A (%)
			Kiri	Kanan	Kiri	Kanan			
76	PV76	13850	-3	11	100	100	-3.00	11.00	14.00
77	PV77	13950	11	10	100	150	11.00	6.67	4.33
78	PV78	14100	10	-11	150	100	6.67	-11.00	17.67
79	PV79	14200	-11	14	100	150.	-11.00	9.33	20.33
80	PV80	14350	14	22.75	150.	207.004	9.33	10.99	1.66

Sumber: Hasil Perhitungan

5.4.1. Perhitungan Lengkung Vertikal

Dilihat dari bentuknya terdapat 2 tipe lengkung ,yaitu lengkung vertikal cembung dan cekung. Perhitungan lengkung vertikal dimulai pada STA PPT, PLV, PTV, serta perhitungan elevasi PLV dan PTV.

Bentuk kurva yang digunakan adalah kurva parabola. Bentuk kurva parabola lengkung vertikal dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 5.4. Lengkung Vertikal

Contoh Perhitungan:

PV1

Diketahui :

El. PPV 1 =	+9.00 m
VD =	60 km/jam
g_1 =	0,163%
g_2 =	1.50%

(-) berarti gradient menurun

$$\begin{aligned} A &= g1 - g2 \\ &= 0,163\% - (1.50\%) = -1.38\% \text{ (Cekung)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S &= 0.278 \times V_r \times t + \frac{V_r^2}{254 \times f \times m} \\ &= 0.278 \times 60 \times 2.5 + \frac{60^2}{254 \times 0.332} \\ &= 84.39 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan L

Lengkung Vertikal Cekung Untuk L (S<L)

$$L = \frac{AS^2}{120+3.50S} = \frac{01.388 \times 84.39^2}{120+3.5 \times 84.39} = 23.58 \text{ m}$$

Untuk L (S>L)

$$\begin{aligned} L &= 2S - \frac{120+3.5S}{A} \\ &= 2 \times 84.39 - \frac{120 \times 3.5 \times 84.39}{1.38} = -133.30 \text{ m} \end{aligned}$$

Dipakai nilai $L = S = 84.39 \text{ m}$,

L Drainase

$$L = 50.A = 50 \times 1.38 = 68.75 \text{ m}$$

L Kenyamanan

$$L = \frac{VR}{3600} \times 1000 \times 3 \text{ detik} = 50 \text{ m}$$

L Bentuk Visual

$$\begin{aligned} L &= \frac{AV^2}{380} \\ &= \frac{1.38 \times 60^2}{380} \\ &= 13.03 \text{ m} \end{aligned}$$

Karena nilai L pakai harus $< L$ drainase dan $> L$ kenyamanan dan $> L$ bentuk visual, maka digunakan L pakai = L drainase = 68.75 m.

Perhitungan Elevasi PLV dan PTV

$$\begin{aligned}\text{STA PLV} &= \text{STA PPV} - (L/2) \\ &= 0+800 - (68.75/2) \\ &= 0+900 - 34.375 \\ &= 0+765.63\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{El. PLV} &= \text{El. PPV} - (L/2 \times g_1) \\ &= +9.00 - (68.75/2 \times 0.13\%) \\ &= +8.957 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{STA PTV} &= \text{STA PPV} + (L/2) \\ &= 0+800 + (68.75/2) \\ &= 0+800 + 34.375 \\ &= 0+834.38\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{El. PTV} &= \text{El. PPV} - (L/2 \times g_2) \\ &= +9.00 - (68.75/2 \times 1.50\%) \\ &= +9.516 \text{ m}\end{aligned}$$

Perhitungan Elevasi PLV' dan PTV'

$$\begin{aligned}\text{STA PLV'} &= \text{STA PPV} - (0.25L) \\ &= 0+800 - (0.25 \times 68.75) \\ &= 0+800 - 17.1875 \\ &= 0+782.81\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{El. PLV'} &= \text{El. PPV} - (0.25L \times g_1) \\ &= +9.00 - (0.25 \times 68.75 \times 0.13\%) \\ &= +8.979\end{aligned}$$

m

$$\begin{aligned}
 \text{STA PTV}' &= \text{STA PPV} + (0,75L) \\
 &= 0+800 + (0,75 \times 68.75) \\
 &= 0+800 + 51.56 \\
 &= 0+851.56
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{El. PTV}' &= \text{El. PPV} - (0,25L \times g_2) \\
 &= +9.00 - (0.25 \times 68.75 \times 1.50\%) \\
 &= + 9.26
 \end{aligned}$$

Perhitungan Elevasi Rencana PLV' dan PTV'

$$\begin{aligned}
 \text{El. PLV} &= \text{El. PLV} + Y \text{ PLV} \\
 &= +8.957 + 0.00 \\
 &= +8.957 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y \text{ PLV}' &= \frac{A}{200 \times L \times (\text{STA PLV}' - \text{STA PLV})^2} \\
 &= \frac{1.38}{200 \times 68.75 \times (782.81 - 765.63)^2} \\
 &= 0.00000034
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{El. PLV}' &= \text{El. PLV}' + Y \\
 &= +8.979 + 0.00000034 \\
 &= +8.9785 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y \text{ PPV} &= \frac{A}{200 \times L \times (\text{STA PPV}' - \text{STA PLV})^2} \\
 &= \frac{1.38}{200 \times 68.75 \times (800 - 765.63)^2} \\
 &= 0.00000008
 \end{aligned}$$

$$\text{El. PPV} = \text{El. PPV} + Y \text{ PPV}$$

$$\begin{aligned}
 &= +9.00 + 0.00000008 \\
 &= +9.00000008 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y_{PTV'} &= \frac{A}{200xLx (STA_{PTV} - STA_{PPV})^2} \\
 &= \frac{1.38}{200x68.75x (817.19 - 834.38)^2} \\
 &= 0.00000034
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 STA_{PTV'} &= STA_{PTV'} + Y_{PTV'} \\
 &= +9.258 + 0.00000034 \\
 &= +9.2578 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 El. PTV &= El. PTV + Y_{PTV} \\
 &= +9.516 + 0.00 \\
 &= +9.516 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan lengkung vertikal lainnya akan disajikan dalam bentuk **Tabel 5.10**.

Tabel 5.11. Perhitungan Lengkung Vertikal

[illegible]

Tabel 5.11. Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

[illegible]

Tabel 5.11. Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

[illegible]

Tabel 5.11. Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

[illegible]

Tabel 5.11. Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

[illegible]

Tabel 5.11. Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

[illegible]

Tabel 5.11. Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

[illegible]

Tabel 5.11. Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

[illegible]

Tabel 5.11. Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

[illegible]

Tabel 5.11. Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

[illegible]

Tabel 5.11. Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

[illegible]

Tabel 5.11. Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

[illegible]

Tabel 5.11. Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

[illegible]

Tabel 5.11. Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

[illegible]

Tabel 5.11. Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

[illegible]

Tabel 5.11. Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

[illegible]

Tabel 5.11. Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

[illegible]

Tabel 5.11. Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

[illegible]

Tabel 5.11. Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

[illegible]

Tabel 5.11. Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

[illegible]

Tabel 5.11. Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

[illegible]

Tabel 5.11. Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

[illegible]

Tabel 5.11. Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

[illegible]

Tabel 5.11. Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

[illegible]

Tabel 5.11. Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

[illegible]

Tabel 5.11. Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

[illegible]

Tabel 5.11. Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

[illegible]

Tabel 5.11. Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

[illegible]

Tabel 5.11. Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

[illegible]

Tabel 5.11. Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

[illegible]

Tabel 5.11. Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

[illegible]

Tabel 5.11. Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

[illegible]

Tabel 5.11. Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

[illegible]

Tabel 5.11. Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

[illegible]

Tabel 5.11. Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

[illegible]

Tabel 5.11. Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

Kode	STA PPV	El. PPV	g1 (%)	g2 (%)	A (%)	Cek	L Pakai	STA		El. Eksisting	Y1	El. Rencana	EV
PV79	14200	228.00	11.00	9.33	-20.33	cekung	101.873	STA PLV	14049.064	222.397	0.0000000	222.397	2.5893
								STA PLV'	14074.532	225.20	0.00000154	225.199	
								STA PPV	14100.000	228.000	0.00000038	228.000	
								STA PTV'	14125.468	230.377	0.00000154	230.377	
								STA PTV	14150.936	232.754	0.00000000	232.754	
PV80	14350	242.00	9.33	10.99	-1.66	cekung	44.711	STA PLV	14177.645	239.914	0.0000000	239.914	0.0926
								STA PLV'	14188.822	240.96	0.00000148	240.957	
								STA PPV	14200.000	242.000	0.00000037	242.000	
								STA PTV'	14211.178	243.228	0.00000148	243.228	
								STA PTV	14222.355	244.457	0.00000000	244.457	

Sumber: Hasil Perhitungan

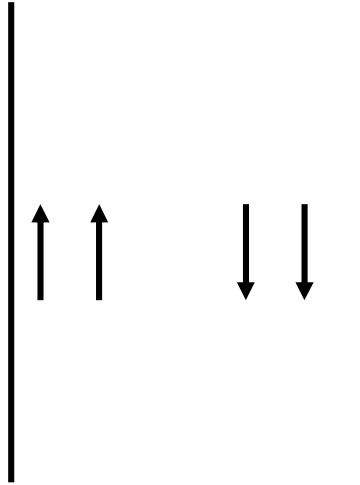
5.5. Perencanaan Perkerasan Jalan

Data umum untuk umur rencana diasumsi, sedangkan untuk pertumbuhan lalu lintas, tanah dasar, dan volume lalu lintas diperoleh dari Balai Besar Nasional V Jawa Timur dan melalui hasil perhitungan diperoleh data sebagai berikut.

- a. Umur Rencana : 20 Tahun
- b. Pertumbuhan lalu lintas : 2.95% pertahun
- c. CBR tanah dasar : 8.35% (bukit)
: 6.12 % (pegunungan)
- d. Data lalu lintas harian rata- rata (2 arah):
 - Sepeda motor = 2717 kend/ hari
 - Mobil/ Jeep = 1275 kend/ hari
 - Mobil barang = 1544 kend/ hari
 - Mobil penumpang = 1045 kend/ hari
 - Bus kecil = 58 kend/ hari
 - Bus besar = 7 kend/ hari
 - Truck kecil 2 sumbu = 300 kend/ hari
 - Truk besar 2 sumbu = 47 kend/ hari
 - Truck besar 3 sumbu = 38 kend/ hari
 - Truck trailer = 6 kend /hari
 - Semitrailer = 15 kend/ hari

(Asumsi Pembagian arah 50%- 50%)

Direncanakan tebal perkerasan lentur dengan metode AASTHO 1993. Dengan kriteria jalan arteri luar kota 2 lajur 2 arah tanpa median jalan (2/2 UD).



Gambar 5.5. Jalan Arteri Luar Kota 2/2 UD

5.5.1. Desain Perkerasan Jalan Daerah Bukit

Angka Ekuivalen Beban Sumbu

Angka ekuivalen beban sumbu adalah angka yang menunjukkan jumlah lintasan dari sumbu tunggal seberat 8.16 ton (beban standar) yang akan menyebabkan kerusakan yang sama atau penurunan indeks permukaan yang sama apabila kendaraan lewat satu kali.

Konfigurasi Sumbu dan Beban Sumbu Kendaraan

Digunakan nilai konfigurasi sumbu kendaraan dan beban sumbu kendaraan Bina Marga untuk perhitungan EAL, konfigurasi sumbu dapat dilihat pada **Tabel 2.22**.

Berat Konfigurasi Sumbu Kendaraan

Dalam metode AASTHO 1993, kendaraan jenis kendaraan sepeda motor, mobil, mobil barang, mobil penumpang, dengan konfigurasi sumbu 1:1 tidak termasuk dalam hitungan karena beban kendaraan < 5 ton .

Contoh Perhitungan :

- Type Kendaraan : Bus Kecil
- VLHR : 58 kend/ hari
- Distribusi konfigurasi sumbu : 34:66
- Beban sumbu : 7 ton
- Berat per konfigurasi sumbu

$$\text{AS depan} = \frac{\text{beban sumbu} \times \frac{\text{komposisi roda AS depan}}{100}}{0.454}$$

$$= \frac{7 \times \frac{34}{100}}{0.454}$$

$$= 5.242 \text{ kips}$$

$$\text{AS belakang} = \frac{\text{beban sumbu} \times \frac{\text{komposisi roda AS belakang}}{100}}{0.454}$$

$$= \frac{7 \times \frac{66}{100}}{0.454}$$

$$= 10.18 \text{ kips}$$

- Type Kendaraan : Bus Besar
- VLHR : 7 kend/ hari
- Distribusi konfigurasi sumbu : 34:66
- Beban sumbu : 9 ton
- Berat per konfigurasi sumbu

$$\text{AS depan} = \frac{\text{beban sumbu} \times \frac{\text{komposisi roda AS depan}}{100}}{0.454}$$

$$= \frac{9 \times \frac{34}{100}}{0.454}$$

$$= 6.740 \text{ kips}$$

$$\text{AS belakang} = \frac{\text{beban sumbu} \times \frac{\text{komposisi roda AS depan}}{100}}{0.454}$$

$$= \frac{9 \times \frac{66}{100}}{0.454}$$

$$= 13.08 \text{ kips}$$

- Type Kendaraan : Truck Kecil 2 Sumbu
- VLHR : 300 kend/ hari
- Distribusi konfigurasi sumbu : 34:66
- Beban sumbu : 8.3 ton
- Berat per konfigurasi sumbu

$$\text{AS depan} = \frac{\text{beban sumbu} \times \frac{\text{komposisi roda AS depan}}{100}}{0.454}$$

$$= \frac{8.3 \times \frac{34}{100}}{0.454}$$

$$= 6.216 \text{ kips}$$

$$\text{AS belakang} = \frac{\text{beban sumbu} \times \frac{\text{komposisi roda AS depan}}{100}}{0.454}$$

$$= \frac{8.3 \times \frac{66}{100}}{0.454}$$

$$= 12.07 \text{ kips}$$

- Type Kendaraan : Truck Besar 2 Sumbu
- VLHR : 47 kend/ hari
- Distribusi konfigurasi sumbu : 34:66
- Beban sumbu : 18.2 ton
- Berat per konfigurasi sumbu

$$\begin{aligned}
 \text{AS depan} &= \frac{\text{beban sumbu} \times \frac{\text{komposisi roda AS depan}}{100}}{0.454} \\
 &= \frac{18.2 \times \frac{34}{100}}{0.454} \\
 &= 13.630 \text{ kips}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{AS belakang} &= \frac{\text{beban sumbu} \times \frac{\text{komposisi roda AS belakang}}{100}}{0.454} \\
 &= \frac{18.2 \times \frac{66}{100}}{0.454} \\
 &= 26.46 \text{ kips}
 \end{aligned}$$

- Type Kendaraan : Truck Besar 3 Sumbu
- VLHR : 38 kend/ hari
- Distribusi konfigurasi sumbu : 25:75
- Beban sumbu : 25 ton
- Berat per konfigurasi sumbu

$$\begin{aligned}
 \text{AS depan} &= \frac{\text{beban sumbu} \times \frac{\text{komposisi roda AS depan}}{100}}{0.454} \\
 &= \frac{25 \times \frac{25}{100}}{0.454} \\
 &= 13.767 \text{ kips}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{AS belakang} &= \frac{\text{beban sumbu} \times \frac{\text{komposisi roda AS depan}}{100}}{0.454} \\
 &= \frac{25 \times \frac{75}{100}}{0.454} \\
 &= 41.30 \text{ kips}
 \end{aligned}$$

Pengelompokan AS Kendaraan

Untuk hasil perhitungan tipe kendaraan bus kecil, bus besar, truck 2 sumbu, truck besar 2 sumbu, dan truck besar 3 sumbu diperoleh nilai berat konfigurasi pe sumbu yang hampir sama yaitu:

- Bus kecil (AS depan) = 5.242 kips
- Bus besar (AS depan) = 6.740 kips
- Bus besar (AS belakang) = 13.08 kips
- Truck kecil 2 sumbu (AS depan) = 6.216 kips
- Truck besar 2 sumbu (AS depan) = 13.63 kips
- Truck besar 2 sumbu (AS belakang) = 26.46 kips
- Truck besar 3 sumbu (AS depan) = 13.77 kips
- Truck besar 3 sumbu (AS belakang) = 41.30 kips

Dari hasil perhitungan diatas, diperoleh pengelompokan AS sebagai berikut:

- Untuk bus kecil (AS depan), bus besar (AS depan), dan truck kecil 2 sumbu (AS depan) termasuk Single Axle Load 6 kips.
- Untuk bus besar (AS belakang), truck besar 2 sumbu (AS depan), dan truck bear 3 sumbu (AS depan) termasuk Single Axle Load 14 kips.

Perhitungan untuk kendaraan lainnya pada **Tabel 5.12.**

Tabel 5.12. Berat Konfigurasi Sumbu Kendaraan

No	Konfigurasi Sumbu	Jenis Kendaraan	Beban Sumbu (ton)	Volume Kend	Distribusi Berat Konfigurasi Sumbu				Berat per Konfigurasi Sumbu			
				kend/hari	As Depan	As Belakang	As Tandem1	As Tandem2	As I	As II	As III	As IV
1	1-1	Sepeda Motor	0.3	2717	50	50	-	-	0.33	0.33	-	-
2	1-1	Mobil/ Jeep	2	1275	50	50	-	-	2.20	2.20	-	-
3	1-1	Mobil Barang	2	1544	50	50	-	-	2.20	2.20	-	-
4	1-1	Mobil Penumpang	2	1045	50	50	-	-	2.20	2.20	-	-
5	1.2	Bus Kecil	7	58	34	66	-	-	5.242	10.18	-	-
6	1.2	Bus Besar	9	7	34	66	-	-	6.740	13.08	-	-
7	1.2	Truk Kecil 2 Sumbu	8.3	300	34	66	-	-	6.216	12.07	-	-
8	1.2	Truk Besar 2 Sumbu	18.2	47	34	66	-	-	13.630	26.46	-	-
9	1.22	Truk Besar 3 Sumbu	25	38	25	75	-	-	13.767	41.30	-	-
10	1.2-2.2	Truk Trailer	31.4	6	16	36	24	24	11.066	24.90	16.599	16.599
11	1.2-22	Semitrailer	42	15	18	28	54	-	16.652	25.90	49.956	-
Total			147.2	7050								

A. Tebal Perkerasan Permukaan (Surface)

Ekivalen Sumbu

- SN = 1.25
- Pt = 2 (Jalan Arteri)
- DL = 100% (jumlah lajur 1 per arah)
- DD = 0.5 (0.3- 0.7)
- Nilai SN untuk Pt = 2 (**Tabel 5.13.**)

Tabel 5.13. Axle Load Equivalency Factors Flexible Pavement

Axle Load (kips)	SN					
	1	2	3	4	5	6
6	0.009	0.012	0.011	0.01	0.009	0.009
10	0.075	0.085	0.09	0.085	0.079	0.076
12	0.165	0.177	0.189	0.183	0.174	0.168
14	0.325	0.338	0.354	0.35	0.338	0.331
16	0.589	0.598	0.613	0.612	0.603	0.596
24	3.71	3.62	3.43	3.33	3.4	3.51
26	5.36	5.21	4.88	4.68	4.77	4.96
42	2.77	2.73	2.64	2.62	2.66	2.7
50	6.15	5.99	5.64	5.44	5.56	5.77

Sumber: AASTHO 1993

Contoh Perhitungan :

- Penglompokan AS : Single Axle Load
- Axle Load : 6 kips
- VLHR

$$VLHR = VLHR_{bus\ kecil} + VLHR_{bus\ besar} + VLHR_{truck\ kecil} \times 2 \text{ sumbu}$$

$$\begin{aligned}
 &= 58 + 7 + 300 \text{ kend/hari} \\
 &= 364 \text{ kend/ hari}
 \end{aligned}$$

- Ekvivalen Sumbu (E)
Menggunakan interpolasi dari nilai SN yang digunakan dan nilai SN yang terdapat pada Tabel 6.6.

$$\begin{aligned}
 \text{SN pakai} &= 1.25 = ? \\
 \text{SN (tabel)} &= 1.0 = 0.009 \\
 \text{SN (tabel)} &= 2.0 = 0.012 \\
 E &= 0.009 - ((1.0 - 1.25)/(1.0 - 2.0)) \\
 &\quad \times (0.009 - 0.012) \\
 &= 0.0098
 \end{aligned}$$

Beban Gandar Kumulatif Setahun (Wt 18)

Contoh Perhitungan:

- Pertumbuhan lalu lintas umur rencana 10 tahun

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{(1+i)^n - 1}{i} \\
 &= \frac{(1+2.95\%)^{10} - 1}{2.95\%} \\
 &= 11.608
 \end{aligned}$$
- Wt18 = VLHR x E x DL x DD x R x 365

$$\begin{aligned}
 &= 364 \times 0.0098 \times 100\% \times 0.5 \times 11.608 \times 365 \\
 &= 7523.957
 \end{aligned}$$
- Log Wt18 = log Σ Wt18

$$\begin{aligned}
 &= \log 1382455.843 \\
 &= 6.1407
 \end{aligned}$$

Perhitungan lengkap beban gandar kumulatif setahun pada **Tabel 5.14.**

Tabel 5.14. Beban Gandar Kumulatif Setahun (Wt 18) Lapisan Surface

Konf. Sumbu	Axle Load (kips)	Volume (kend/hari)	Ekivalen Sumbu (E)	DL	DD	R	1 Tahun	Wt18	Log Wt18
Single Axle Load	6	364	0.0098	100%	0.5	11.608	365	7523.957	6.1407
Single Axle Load	10	58	0.0775	100%	0.5	11.608	365	9470.217	
Single Axle Load	12	306	0.1680	100%	0.5	11.608	365	108913.501	
Single Axle Load	14	84	0.3283	100%	0.5	11.608	365	58691.141	
Single Axle Load	16	27	0.5913	100%	0.5	11.608	365	34101.798	
Single Axle Load	24	6	3.6875	100%	0.5	11.608	365	46790.839	
Single Axle Load	26	62	5.3225	100%	0.5	11.608	365	699933.281	
Tandem Axle Load	42	38	2.7600	100%	0.5	11.608	365	219681.910	
Tandem Axle Load	50	15	6.1100	100%	0.5	11.608	365	197349.197	
TOTAL ESAL								1382455.843	

Sumber: Hasil Perhitungan

Reliabilitas (R)

Untuk tingkat reliabilitas (R) yang diberikan, *reability factor* merupakan fungsi dari deviasai standar keseluruhan *overall standard deviation* (S_0) yang memperhitungkan kemungkinan variasi perkiraan lalu lintas dan perkiraan kinerja untuk W18 yang diberikan.

- $R = 95\%$ (**Tabel 2.26**)
- $Z_R = -1.645$ (**Tabel 2.27**)
- $S_0 = 0.5$ ($0.4 - 0.5$)

Modulus Resilient (MR)

Modulus Resilient (M_R) tanah dasar juga dapat diperkirakan dari CBR standar dan hasil atau nilai tes soil index.

- $\text{CBR base} = 100\%$
- $M_R (\text{psi}) = 1500 \times \% \text{CBR base}$
 $= 1500 \times 100$
 $= 150000 \text{ psi}$

Indeks Permukaan (IP)

Indeks permukaan ini menyatakan nilai ketidakrataan dan kekuatan perkerasan yang berhubungan dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat.

- $I_{Pt} = 2$ (**Tabel 2.28**)
 Menyatakan tingkat pelayanan terendah bagi jalan yang masih mantap.
- $I_{Po} = 4$ (**Tabel 2.29**)
 Jenis lapis perkerasan LASTON dengan ketidakrataan 1.0 m/km.

- $$\begin{aligned}
 IP &= IP_o - IP_t \\
 &= 4 - 2 \\
 &= 2
 \end{aligned}$$

Cek Perhitungan Log Wt18

$$\begin{aligned}
 \text{Log (Wt18)} &= ZR \ S + 9,36 \text{ Log (SN+1) } - 0,20 + \\
 &\quad \text{Log [IP / (4,2-1,5)] / (0,40 + 1094/} \\
 &\quad \text{(SN+1)^{5,19}) + 2,32 Log (MR) - 8,07}
 \end{aligned}$$

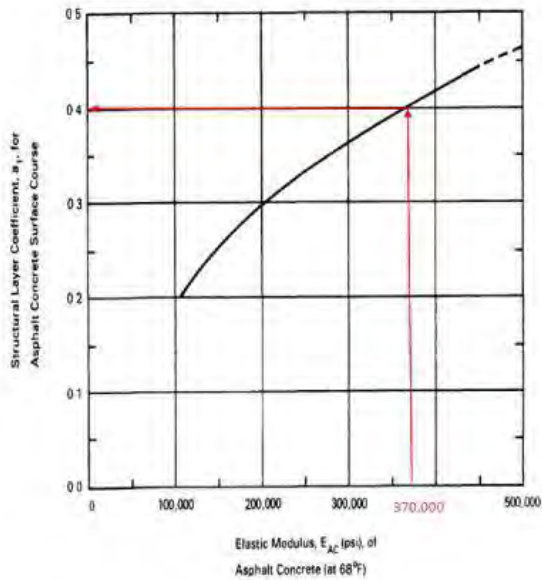
$$\begin{aligned}
 6.141 &= ((-1.645) (0.5)) + 9,36 \text{ Log (1.2+1) } - \\
 &\quad 0,20 + \text{Log [2/(4,2-1,5)] / (0,40+ 1094/} \\
 &\quad \text{(1.2+1)^{5,19}) + 2,32 Log (150000) - 8,07}
 \end{aligned}$$

$$6.141 = 6.205$$

$$6.2 = 6.2 \text{ (Memenuhi)}$$

Perencanaan Jenis Bahan Perkerasan

- Direncanakan *asphalt concrete* dengan nilai modulus elastisitas 370.000 psi, kemudian diperoleh nilai $a_1 = 0.4$. Dijelaskan pada gambar grafik berikut.



Gambar 5.5. Structural Layer Coefficient

Sumber: AASTHO 1993

Perencanaan Tebal Lapisan Perkerasan

$$SN = a_1 \times D_1$$

$$1.25 = 0.4 \times D_1$$

$$D_1 = 3 \text{ inci} \times 2.54$$

$$= 7.94 \text{ cm} > 7.62 \text{ cm}$$

Syarat tebal minimum surface 3 inci = 7.62 cm, jadi menggunakan tebal rencana 7.94 cm ~ 8 cm.

B. Tebal Perkerasan Tengah (Base)

Ekivalen Sumbu

- SN = 1.45
- Pt = 2 (Jalan Arteri)
- DL = 100% (jumlah lajur 1 per arah)
- DD = 0.5 (0.3- 0.7)
- Nilai SN untuk Pt = 2 (**Tabel 5.13.**)

Contoh Perhitungan :

- Penglompokan AS :Single Axle Load
- Axle Load : 6 kips
- VLHR

$$\begin{aligned}
 \text{VLHR} &= \text{VLHR bus kecil} + \text{VLHR bus besar} + \\
 &\quad \text{VLHR truck kecil 2 sumbu} \\
 &= 58 + 7 + 300 \text{ kend/hari} \\
 &= 364 \text{ kend/ hari}
 \end{aligned}$$

- Ekivalen Sumbu (E)
Menggunakan interpolasi dari nilai SN yang digunakan dan nilai SN yang terdapat pada **Tabel 5.13.**

$$\begin{aligned}
 \text{SN pakai} &= 1.45 = ? \\
 \text{SN (tabel)} &= 1.0 = 0.009 \\
 \text{SN (tabel)} &= 2.0 = 0.012 \\
 E &= 0.009 - ((1.0 - 1.45)/(1.0 - 2.0)) \\
 &\quad \times (0.009 - 0.012) \\
 &= 0.0104
 \end{aligned}$$

Beban Gandar Kumulatif Setahun (Wt 18)

Contoh Perhitungan:

- Pertumbuhan lalu lintas umur rencana 10 tahun

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{(1+i)^n - 1}{i} \\
 &= \frac{(1+2.95\%)^{10} - 1}{2.95\%} \\
 &= 11.608
 \end{aligned}$$

- $Wt18 = VLHR \times E \times DL \times DD \times R \times 365$
 $= 364 \times 0.0104 \times 100\% \times 0.5 \times 11.608 \times 365$
 $= 7986.970$

- $\text{Log } Wt18 = \log \Sigma Wt18$
 $= \log 1379443.976$
 $= 6.1397$

Perhitungan lengkap pada **Tabel 5.15**.

Tabel 5.15. Beban Gandar Kumulatif Setahun (Wt 18) Lapisan Base

Konf. Sumbu	Axle Load (kips)	Volume (kend/hari)	Ekivalen Sumbu (E)	DL	DD	R	1 Tahun	Wt18	Log Wt18
Single Axle Load	6	364	0.0104	100%	0.5	11.608	365	7986.970	6.1397
Single Axle Load	10	58	0.0795	100%	0.5	11.608	365	9714.610	
Single Axle Load	12	306	0.1704	100%	0.5	11.608	365	110469.409	
Single Axle Load	14	84	0.3309	100%	0.5	11.608	365	59156.022	
Single Axle Load	16	27	0.5931	100%	0.5	11.608	365	34205.618	
Single Axle Load	24	6	3.6695	100%	0.5	11.608	365	46562.437	
Single Axle Load	26	62	5.2925	100%	0.5	11.608	365	695988.143	
Tandem Axle Load	42	38	2.7520	100%	0.5	11.608	365	219045.151	
Tandem Axle Load	50	15	6.0780	100%	0.5	11.608	365	196315.617	
TOTAL ESAL								1379443.976	

Sumber: Hasil Perhitungan

Reliabilitas (R)

Untuk tingkat reliabilitas (R) yang diberikan, *reability factor* merupakan fungsi dari deviasai standar keseluruhan *overall standard deviation* (S_0) yang memperhitungkan kemungkinan variasi perkiraan lalu lintas dan perkiraan kinerja untuk W18 yang diberikan.

- R = 95% (**Tabel 2.26**)
- Z_R = -1.645 (**Tabel 2.27**)
- S_0 = 0.5 (0.4 – 0.5)

Modulus Resilient (MR)

Modulus Resilient (M_R) tanah dasar juga dapat diperkirakan dari CBR standar dan hasil atau nilai tes soil index.

- CBR subbase = 70%
- M_R (psi) = 1500 x %CBR subbase
= 1500 x 70
= 105000 psi

Indeks Permukaan (IP)

Indeks permukaan ini menyatakan nilai ketidakrataan dan kekuatan perkerasan yang berhubungan dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat.

- IP_t = 2 (**Tabel 2.28**)
Untuk jalan arteri, menyatakan tingkat pelayanan terendah bagi jalan yang masih mantap.
- IP_o = 4 (**Tabel 2.29**)
Jenis lapis perkerasan LASTON dengan ketidakrataan 1.0 m/km.

- $IP = IP_o - IP_t$
 $= 4 - 2$
 $= 2$

Cek Perhitungan Log Wt18

$$\text{Log (Wt18)} = ZR S + 9,36 \text{ Log (SN+1)} - 0,20 + \text{Log [IP / (4,2-1,5)] / (0,40 + 1094 / (SN+1)^{5,19}) + 2,32 \text{ Log (MR) - 8,07}$$

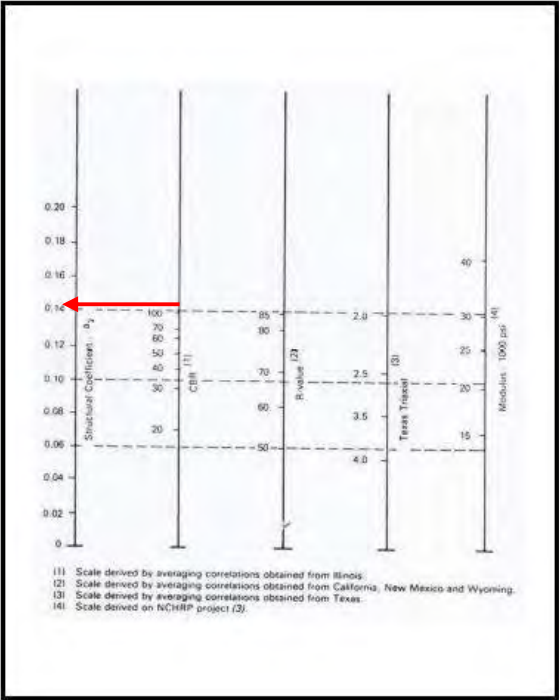
$$6.1397 = ((-1.645) (0.5)) + 9,36 \text{ Log (1.45+1)} - 0,20 + \text{Log [2/(4,2-1,5)] / (0,40+ 1094 / (1.45+1)^{5,19}) + 2,32 \text{ Log (105000) - 8,07}$$

$$6.1397 = 6.187$$

$$6.20 = 6.20 \text{ (Memenuhi)}$$

Perencanaan Jenis Bahan Perkerasan

- Nilai %CBR lapisan base = 100% dengan bahan perkerasan sirtu kelas A.
(Tabel 2.30)
- Dengan CBR 100 % plot pada gambar grafik berikut, kemudian akan diperoleh nilai a2.



Gambar 5.6. Variasi Koefisien Kekuatan Relatif Lapis Pondasi Granular (a_2)

Sumber: AASTHO 1993

Perencanaan Tebal Lapisan Perkerasan

$$\begin{aligned}
 a_2 &= 0.14 \\
 m_2 &= 1.2 \\
 D_2 &= (SN_2 - SN_1) / (a_2 \times m_2) \\
 &= (1.4 - 1.2) / (0.14 \times 0.12) \\
 &= 1.19 \text{ inci} \times 2.54 \\
 &= 3.02 \text{ cm} < 15.24 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Syarat tebal minimum base 6 inci = 15.24 cm, jadi menggunakan tebal minimum 16 cm.

C. Tebal Perkerasan Bawah (Subbase)

Ekivalen Sumbu

- SN = 3.25
- Pt = 2 (Jalan Arteri)
- DL = 100% (jumlah lajur 1 per arah)
- DD = 0.5 (0.3- 0.7)
- Nilai SN untuk Pt = 2 (**Tabel 5.13.**)

Contoh Perhitungan :

- Penglompokan AS : Single Axle Load
- Axle Load : 6 kips
- VLHR

$$\begin{aligned}
 \text{VLHR} &= \text{VLHR bus kecil} + \text{VLHR bus besar} + \\
 &\quad \text{VLHR truck kecil 2 sumbu} \\
 &= 58 + 7 + 300 \text{ kend/hari} \\
 &= 364 \text{ kend/ hari}
 \end{aligned}$$
- Ekivalen Sumbu (E)

Menggunakan interpolasi dari nilai SN yang digunakan dan nilai SN yang terdapat pada **Tabel 5.13.**

SN pakai = 3.25 = ?

$$\begin{aligned}
 \text{SN (tabel)} &= 1.0 &= 0.009 \\
 \text{SN (tabel)} &= 2.0 &= 0.012 \\
 E &= 0.009 - ((1.0 - 3.25)/(1.0 - 2.0)) \times \\
 &\quad (0.009 - 0.012) \\
 &= 0.0158
 \end{aligned}$$

Beban Gandar Kumulatif Setahun (Wt 18)

Contoh Perhitungan:

- Pertumbuhan lalu lintas umur rencana 10 tahun

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{(1+i)^n - 1}{i} \\
 &= \frac{(1+2.95\%)^{10} - 1}{2.95\%} \\
 &= 11.608
 \end{aligned}$$

- Wt18 $= \text{VLHR} \times E \times \text{DL} \times \text{DD} \times R \times 365$
 $= 364 \times 0.0158 \times 100\% \times 0.5 \times 11.608 \times 365$
 $= 12154.085$
- Log Wt18 $= \log \Sigma \text{Wt18}$
 $= \log 1352337.165$
 $= 6.1311$

Perhitungan lengkap pada **Tabel 5.16**

Tabel 5.16. Beban Gandar Kumulatif Setahun (Wt 18) Lapisan Subbase

Konf. Sumbu	Axle Load (kips)	Volume (kend/hari)	Ekivalen Sumbu (E)	DL	DD	R	1 Tahun	Wt18	Log Wt18
Single Axle Load	6	364	0.0158	100%	0.5	11.608	365	12154.085	6.1311
Single Axle Load	10	58	0.0975	100%	0.5	11.608	365	11914.144	
Single Axle Load	12	306	0.1920	100%	0.5	11.608	365	124472.573	
Single Axle Load	14	84	0.3543	100%	0.5	11.608	365	63339.945	
Single Axle Load	16	27	0.6093	100%	0.5	11.608	365	35139.993	
Single Axle Load	24	6	3.5075	100%	0.5	11.608	365	44506.812	
Single Axle Load	26	62	5.0225	100%	0.5	11.608	365	660481.898	
Tandem Axle Load	42	38	2.6800	100%	0.5	11.608	365	213314.318	
Tandem Axle Load	50	15	5.7900	100%	0.5	11.608	365	187013.397	
TOTAL ESAL								1352337.165	

Sumber: Hasil Perhitungan

Reliabilitas (R)

Untuk tingkat reliabilitas (R) yang diberikan, *reability factor* merupakan fungsi dari deviasai standar keseluruhan *overall standard deviation* (S_0) yang memperhitungkan kemungkinan variasi perkiraan lalu lintas dan perkiraan kinerja untuk W18 yang diberikan.

- $R = 95\%$ (**Tabel 2.26**)
- $Z_R = -1.645$ (**Tabel 2.27**)
- $S_0 = 0.5$ ($0.4 - 0.5$)

Modulus Resilient (MR)

Modulus Resilient (M_R) tanah dasar juga dapat diperkirakan dari CBR standar dan hasil atau nilai tes soil index. CBR yang dipakai CBR bagian bawah lapisan yg ditentukan.

- CBR tanah dasar = 8.35%
- M_R (psi) = $1500 \times \% \text{CBR subbase}$
 $= 1500 \times 8.35$
 $= 12525 \text{ psi}$

Indeks Permukaan (IP)

Indeks permukaan ini menyatakan nilai ketidakrataan dan kekuatan perkerasan yang berhubungan dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat.

- $IP_t = 2$ (**Tabel 2.28**)
 Untuk jalan arteri, menyatakan tingkat pelayanan terendah bagi jalan yang masih mantap.
- $IP_o = 4$ (**Tabel 2.29**)
 Jenis lapis perkerasan LASTON dengan ketidakrataan 1.0 m/km.

- $IP = IP_o - IP_t$
 $= 4 - 2$
 $= 2$

Cek Perhitungan Log Wt18

$$\text{Log (Wt18)} = ZR S + 9,36 \text{ Log (SN+1) } - 0,20 + \text{Log [IP / (4,2-1,5)] / (0,40 + 1094/ (SN+1)^{5,19}) + 2,32 \text{ Log (MR) } - 8,07$$

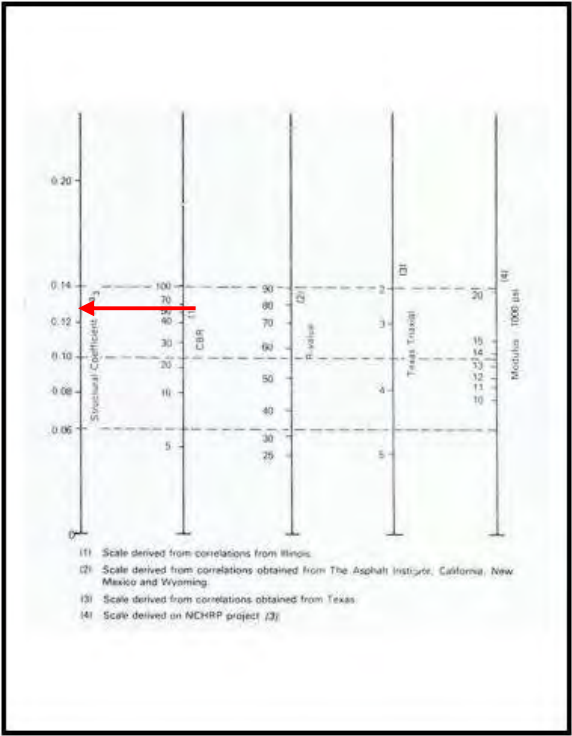
$$6.1313 = ((-1.645) (0.5)) + 9,36 \text{ Log (3.25+1) } - 0,20 + \text{Log [2/(4,2-1,5)] / (0.40+ 1094/ (3.25+1)^{5,19}) + 2,32 \text{ Log (12525) } - 8,07$$

$$6.1313 = 6.166$$

$$6.20 = 6.20 \text{ (Memenuhi)}$$

Perencanaan Jenis Bahan Perkerasan

- Nilai % CBR lapisan subbase = 70% dengan bahan perkerasan sirtu kelas A.
(Tabel 2.30)
- Dengan CBR 70 % plot pada gambar grafik berikut, kemudian akan diperoleh nilai a3.



Gambar 5.7. Variasi Koefisien Kekuatan Relatif Lapis Pondasi Granular (a_3)

Sumber: AASTHO 1993

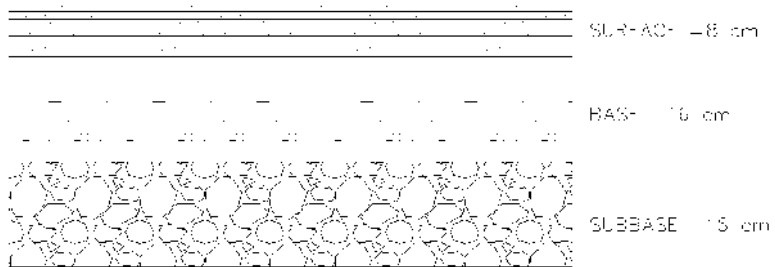
Perencanaan Tebal Lapisan Perkerasan

$$a_3 = 0.135$$

$$m_2 = 1.2$$

$$\begin{aligned} D_2 &= SN_3 - (SN_2 + SN_1) / (a_3 m_3) \\ &= 3.25 - (1.45 + 1.25) / (0.135 * 0.12) \\ &= 3.40 \text{ inci} \times 2.54 \\ &= 8.62 \text{ cm} < 15.24 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat tebal minimum subbase 6 inci = 15,24 cm, jadi menggunakan tebal minimum 16 cm



Gambar 5.8. Rencana Tebal Perkerasan Daerah Bukit

5.5.2. Desain Perkerasan Daerah Pegunungan

A. Tebal Perkerasan Permukaan (Surface)

Ekivalen Sumbu

- SN = 1.25
- Pt = 2 (Jalan Arteri)
- DL = 100% (jumlah lajur 1 per arah)
- DD = 0.5 (0.3- 0.7)
- Nilai SN untuk Pt = 2 (**Tabel 5.13.**)

Contoh Perhitungan :

- Penglompokan AS : Single Axle Load
- Axle Load : 6 kips
- VLHR

$$\begin{aligned} \text{VLHR} &= \text{VLHR bus kecil} + \text{VLHR bus besar} + \\ &\quad \text{VLHR truck kecil 2 sumbu} \\ &= 58 + 7 + 300 \text{ kend/hari} \\ &= 364 \text{ kend/ hari} \end{aligned}$$
- Ekivalen Sumbu (E)
 Menggunakan interpolasi dari nilai SN yang digunakan dan nilai SN yang terdapat pada **Tabel 5.13.**

$$\begin{aligned} \text{SN pakai} &= 1.25 = ? \\ \text{SN (tabel)} &= 1.0 = 0.009 \\ \text{SN (tabel)} &= 2.0 = 0.012 \\ E &= 0.009 - ((1.0 - 1.25)/(1.0 - 2.0)) \times (0.009 - 0.012) \\ &= 0.0098 \end{aligned}$$

Beban Gandar Kumulatif Setahun (Wt 18)

Contoh Perhitungan:

- Pertumbuhan lalu lintas umur rencana 10 tahun

$$R = \frac{(1+i)^n - 1}{i}$$

$$= \frac{(1+2.95\%)^{10} - 1}{2.95\%}$$

$$= 11.608$$
- $Wt18 = VLHR \times E \times DL \times DD \times R \times 365$

$$= 364 \times 0.0098 \times 100\% \times 0.5 \times 11.608 \times 365$$

$$= 7523.957$$
- $\text{Log } Wt18 = \log \Sigma Wt18$

$$= \log 1382455.843$$

$$= 6.1407$$

Tabel 5.17. Beban Gandar Kumulatif Setahun (Wt 18) Lapisan Surface

Konf. Sumbu	Axle Load (kips)	Volume (kend/hari)	Ekivalen Sumbu (E)	DL	DD	R	1 Tahun	Wt18	Log Wt18
Single Axle Load	6	364	0.0098	100%	0.5	11.608	365	7523.957	6.1407
Single Axle Load	10	58	0.0775	100%	0.5	11.608	365	9470.217	
Single Axle Load	12	306	0.1680	100%	0.5	11.608	365	108913.501	
Single Axle Load	14	84	0.3283	100%	0.5	11.608	365	58691.141	
Single Axle Load	16	27	0.5913	100%	0.5	11.608	365	34101.798	
Single Axle Load	24	6	3.6875	100%	0.5	11.608	365	46790.839	
Single Axle Load	26	62	5.3225	100%	0.5	11.608	365	699933.281	
Tandem Axle Load	42	38	2.7600	100%	0.5	11.608	365	219681.910	
Tandem Axle Load	50	15	6.1100	100%	0.5	11.608	365	197349.197	
TOTAL ESAL								1382455.843	

Sumber: Hasil Perhitungan

Reliabilitas (R)

Untuk tingkat reliabilitas (R) yang diberikan, *reability factor* merupakan fungsi dari deviasai standar keseluruhan *overall standard deviation* (S_0) yang memperhitungkan kemungkinan variasi perkiraan lalu lintas dan perkiraan kinerja untuk W18 yang diberikan.

- $R = 95\%$ (**Tabel 2.26**)
- $Z_R = -1.645$ (**Tabel 2.27**)
- $S_0 = 0.5$ ($0.4 - 0.5$)

Modulus Resilient (MR)

Modulus Resilient (M_R) tanah dasar juga dapat diperkirakan dari CBR standar dan hasil atau nilai tes soil index.

- CBR base = 100%
- M_R (psi) = $1500 \times \% \text{CBR base}$
 $= 1500 \times 100$
 $= 150000 \text{ psi}$

Indeks Permukaan (IP)

Indeks permukaan ini menyatakan nilai ketidakrataan dan kekuatan perkerasan yang berhubungan dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat.

- $I_{Pt} = 2$ (**Tabel 2.28**)
 Menyatakan tingkat pelayanan terendah bagi jalan yang masih mantap.
- $I_{Po} = 4$ (**Tabel 2.29**)
 Jenis lapis perkerasan LASTON dengan
 ketidakrataan 1.0 m/km.

- $$\begin{aligned}
 IP &= IP_o - IP_t \\
 &= 4 - 2 \\
 &= 2
 \end{aligned}$$

Cek Perhitungan Log Wt18

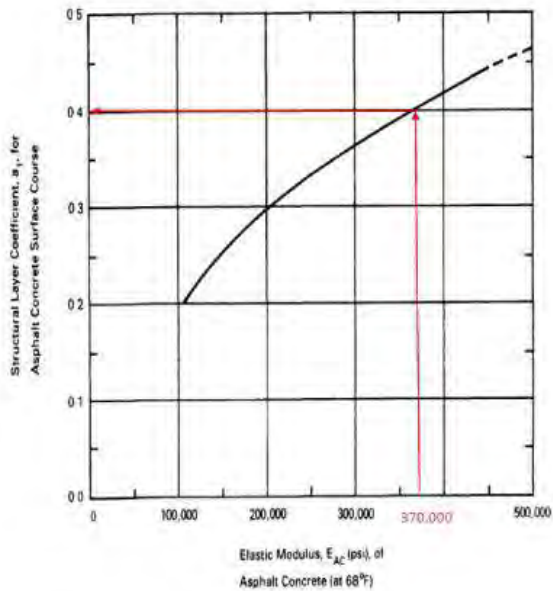
- $$\begin{aligned}
 \text{Log (Wt18)} &= ZR \ S + 9,36 \text{ Log (SN+1) } - 0,20 + \\
 &\quad \text{Log [IP / (4,2-1,5)] / (0,40 + 1094/} \\
 &\quad \text{(SN+1)^{5,19}) + 2,32 Log (MR) -} \\
 &\quad 8,07
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 6.141 &= ((-1.645) (0.5)) + 9,36 \text{ Log (1.52+1) } \\
 &\quad - 0,20 + \text{Log [2/(4,2-1,5)] / (0,40+} \\
 &\quad 1094/ (1.25+1)^{5,19}) + 2,32 \text{ Log} \\
 &\quad (150000) - 8,07
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 6.141 &= 6.205 \\
 6.20 &= 6.20 \text{ (Memenuhi)}
 \end{aligned}$$

Perencanaan Jenis Bahan Perkerasan

- Direncanakan *asphalt concrete* dengan nilai modulus elastisitas 370.000 psi, kemudian diperoleh nilai $a_1 = 0.4$. Dijelaskan pada gambar grafik berikut.



Gambar 5.5. Structural Layer Coefficient

Sumber: AASTHO 1993

Perencanaan Tebal Lapisan Perkerasan

$$SN = a_1 \times D_1$$

$$1.2 = 0.4 \times D_1$$

$$D_1 = 3 \text{ inci} \times 2.54$$

$$= 7.62 \text{ cm} > 7.62 \text{ cm}$$

Syarat tebal minimum surface 3 inci = 7.62 cm, jadi menggunakan tebal rencana 7.94 cm ~ 8 cm.

B. Tebal Perkerasan Tengah (Base)
Ekivalen Sumbu

- SN = 1.4
- Pt = 2 (Jalan Arteri)
- DL = 100% (jumlah lajur 1 per arah)
- DD = 0.5 (0.3- 0.7)
- Nilai SN untuk Pt = 2 (**Tabel 5.13.**)

Contoh Perhitungan :

- Penglompokan AS : Single Axle Load
- Axle Load : 6 kips
- VLHR

$$\begin{aligned} \text{VLHR} &= \text{VLHR bus kecil} + \text{VLHR bus besar} + \\ &\quad \text{VLHR truck kecil 2 sumbu} \\ &= 58 + 7 + 300 \text{ kend/hari} \\ &= 364 \text{ kend/ hari} \end{aligned}$$
- Ekivalen Sumbu (E)
 Menggunakan interpolasi dari nilai SN yang digunakan dan nilai SN yang terdapat pada **Tabel 5.13.**

$$\begin{aligned} \text{SN pakai} &= 1.45 = ? \\ \text{SN (tabel)} &= 1.0 = 0.009 \\ \text{SN (tabel)} &= 2.0 = 0.012 \\ E &= 0.009 - ((1.0 - 1.45)/(1.0 - 2.0)) \times (0.009 - \\ &\quad 0.012) \\ &= 0.0104 \end{aligned}$$

Beban Gandar Kumulatif Setahun (Wt 18)

Contoh Perhitungan:

- Pertumbuhan lalu lintas umur rencana 10 tahun

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{(1+i)^n - 1}{i} \\
 &= \frac{(1+2.95\%)^{10} - 1}{2.95\%} \\
 &= 11.608
 \end{aligned}$$

- Wt18 = VLHR x E x DL x DD x R x 365

$$= 364 \times 0.0104 \times 100\% \times 0.5 \times 11.608 \times 365$$

$$= 7986.97$$

- Log Wt18 = log Σ Wt18

$$= \log 1379443.976$$

$$= 6.1397$$

Perhitungan lengkap pada tabel berikut:

Tabel 5.18. Beban Gandar Kumulatif Setahun (Wt 18) Lapisan Base

Konf. Sumbu	Axle Load (kips)	Volume (kend/hari)	Ekivalen Sumbu (E)	DL	DD	R	1 Tahun	Wt18	Log Wt18
Single Axle Load	6	364	0.0104	100%	0.5	11.608	365	7986.970	6.1397
Single Axle Load	10	58	0.0795	100%	0.5	11.608	365	9714.610	
Single Axle Load	12	306	0.1704	100%	0.5	11.608	365	110469.409	
Single Axle Load	14	84	0.3309	100%	0.5	11.608	365	59156.022	
Single Axle Load	16	27	0.5931	100%	0.5	11.608	365	34205.618	
Single Axle Load	24	6	3.6695	100%	0.5	11.608	365	46562.437	
Single Axle Load	26	62	5.2925	100%	0.5	11.608	365	695988.143	
Tandem Axle Load	42	38	2.7520	100%	0.5	11.608	365	219045.151	
Tandem Axle Load	50	15	6.0780	100%	0.5	11.608	365	196315.617	
TOTAL ESAL								1379443.976	

Sumber: Hasil Perhitungan

Reliabilitas (R)

Untuk tingkat reliabilitas (R) yang diberikan, *reability factor* merupakan fungsi dari deviasai standar keseluruhan *overall standard deviation* (S_0) yang memperhitungkan kemungkinan variasi perkiraan lalu lintas dan perkiraan kinerja untuk W18 yang diberikan.

- $R = 95\%$ (**Tabel 2.26**)
- $Z_R = -1.645$ (**Tabel 2. 27**)
- $S_0 = 0.5 (0.4 - 0.5)$

Modulus Resilient (MR)

Modulus Resilient (M_R) tanah dasar juga dapat diperkirakan dari CBR standar dan hasil atau nilai tes soil index.

- CBR subbase = 70%
- $M_R (\text{psi}) = 1500 \times \% \text{CBR subbase}$
 $= 1500 \times 70$
 $= 105000 \text{ psi}$

Indeks Permukaan (IP)

Indeks permukaan ini menyatakan nilai ketidakrataan dan kekuatan perkerasan yang berhubungan dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat.

- $IP_t = 2$ (**Tabel 2.278**)
 Untuk jalan arteri, menyatakan tingkat pelayanan terendah bagi jalan yang masih mantap.
- $IP_o = 4$ (**Tabel 2.29**)

Jenis lapis perkerasan	LASTON	dengan
ketidakrataan	1.0	m/km.

- $IP = IP_o - IP_t$
 $= 4 - 2$
 $= 2$

Cek Perhitungan Log Wt18

$$\text{Log (Wt18)} = ZR S + 9,36 \text{ Log (SN+1) } - 0,20 + \text{Log [IP / (4,2-1,5)] / (0,40 + 1094/ (SN+1)^{5,19}) + 2,32 \text{ Log (MR) - 8,07}$$

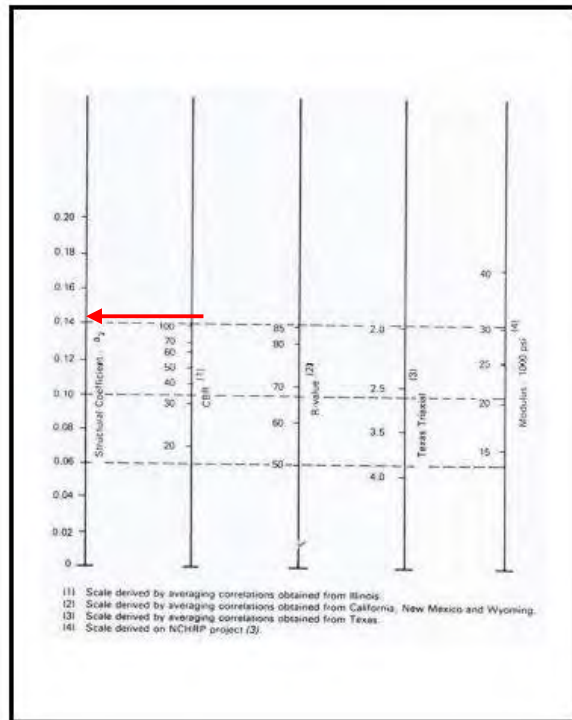
$$6.1397 = ((-1.645) (0.5)) + 9,36 \text{ Log (1.45+1) } - 0,20 + \text{Log [2/(4,2-1,5)] / (0,40+ 1094/ (1.45+1)^{5,19}) + 2,32 \text{ Log (105000) - 8,07}$$

$$6.1397 = 6.1872$$

$$6.20 = 6.20 \text{ (Memenuhi)}$$

Perencanaan Jenis Bahan Perkerasan

- Nilai %CBR lapisan base = 100% dengan bahan perkerasan sirtu kelas A.
(Tabel 2.29)
- Dengan CBR 100 % plot pada gambar grafik berikut, kemudian akan diperoleh nilai a2.



Gambar 5.6. Variasi Koefisien Kekuatan Relatif Lapis Pondasi Granular (a_2)

Sumber: AASTHO 1993

Perencanaan Tebal Lapisan Perkerasan

$$\begin{aligned}
 a_2 &= 0.14 \\
 m_2 &= 1.2 \\
 D_2 &= (SN_2 - SN_1) / (a_2 \times m_2) \\
 &= (1.45 - 1.25) / (0.14 \times 0.12) \\
 &= 1.19 \text{ inci} \times 2.54 \\
 &= 3.02 \text{ cm} < 15.24 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Syarat tebal minimum base 6 inci = 15.24 cm, jadi menggunakan tebal minimum 16 cm.

C. Tebal Perkerasan Bawah (Subbase)

Ekivalen Sumbu

- SN = 3.60
- Pt = 2 (Jalan Arteri)
- DL = 100% (jumlah lajur 1 per arah)
- DD = 0.5 (0.3- 0.7)
- Nilai SN untuk Pt = 2 (**Tabel 5.13.**)

Contoh Perhitungan :

- Penglompokan AS : Single Axle Load
- Axle Load : 6 kips
- VLHR
- VLHR = VLHR bus kecil + VLHR bus besar + VLHR truck kecil 2 sumbu
 $= 58 + 7 + 300 \text{ kend/hari}$
 $= 364 \text{ kend/ hari}$
- Ekivalen Sumbu (E)
 Menggunakan interpolasi dari nilai SN yang digunakan dan nilai SN yang terdapat pada **Tabel 5.13.**

$$\begin{aligned}
 \text{SN pakai} &= 3.60 = ? \\
 \text{SN (tabel)} &= 1.0 = 0.009 \\
 \text{SN (tabel)} &= 2.0 = 0.012 \\
 E &= 0.009 - ((1.0 - 3.60)/(1.0 - 2.0)) \times (0.009 - 0.012) \\
 &= 0.0168
 \end{aligned}$$

Beban Gandar Kumulatif Setahun (Wt 18)

Contoh Perhitungan:

- Pertumbuhan lalu lintas umur rencana 10 tahun

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{(1+i)^n - 1}{i} \\
 &= \frac{(1+2.95\%)^{10} - 1}{2.95\%} \\
 &= 11.608
 \end{aligned}$$
- $\text{Wt18} = \text{VLHR} \times E \times \text{DL} \times \text{DD} \times R \times 365$

$$\begin{aligned}
 &= 364 \times 0.0168 \times 100\% \times 0.5 \times 11.608 \times 365 \\
 &= 12964.357
 \end{aligned}$$
- $\text{Log Wt18} = \log \Sigma \text{Wt18}$

$$\begin{aligned}
 &= \log 1347066.396 \\
 &= 6.129
 \end{aligned}$$

Perhitungan lengkap pada tabel berikut:

Tabel 5.19. Beban Gandar Kumulatif Setahun (Wt 18) Lapisan Subbase

Konf. Sumbu	Axle Load (kips)	Volume (kend/hari)	Ekivalen Sumbu (E)	DL	DD	R	1 Tahun	Wt18	Log Wt18
Single Axle Load	6	364	0.0168	100%	0.5	11.608	365	12964.357	6.1294
Single Axle Load	10	58	0.1010	100%	0.5	11.608	365	12341.832	
Single Axle Load	12	306	0.1962	100%	0.5	11.608	365	127195.411	
Single Axle Load	14	84	0.3588	100%	0.5	11.608	365	64153.485	
Single Axle Load	16	27	0.6124	100%	0.5	11.608	365	35321.677	
Single Axle Load	24	6	3.4760	100%	0.5	11.608	365	44107.107	
Single Axle Load	26	62	4.9700	100%	0.5	11.608	365	653577.906	
Tandem Axle Load	42	38	2.6660	100%	0.5	11.608	365	212199.990	
Tandem Axle Load	50	15	5.7340	100%	0.5	11.608	365	185204.631	
TOTAL ESAL								1347066.396	

Sumber: Hasil Perhitungan

Reliabilitas (R)

Untuk tingkat reliabilitas (R) yang diberikan, *reability factor* merupakan fungsi dari deviasai standar keseluruhan *overall standard deviation* (S_0) yang memperhitungkan kemungkinan variasi perkiraan lalu lintas dan perkiraan kinerja untuk W18 yang diberikan.

- $R = 95\%$ (**Tabel 2.26**)
- $Z_R = -1.645$ (**Tabel 2.27**)
- $S_0 = 0.5$ ($0.4 - 0.5$)

Modulus Resilient (MR)

Modulus Resilient (M_R) tanah dasar juga dapat diperkirakan dari CBR standar dan hasil atau nilai tes soil index. CBR yang dipakai CBR bagian bawah lapisan yg ditentukan.

- CBR tanah dasar = 6.12%
- M_R (psi) = $1500 \times \% \text{CBR subbase}$
 $= 1500 \times 6.12$
 $= 9183.302 \text{ psi}$

Indeks Permukaan (IP)

Indeks permukaan ini menyatakan nilai ketidakrataan dan kekuatan perkerasan yang berhubungan dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat.

- $IP_t = 2$ (**Tabel 2.28**)
 Untuk jalan arteri, menyatakan tingkat pelayanan terendah bagi jalan yang masih mantap.
- $IP_o = 4$ (**Tabel 2.29**)

Jenis lapis perkerasan	LASTON	dengan
ketidakrataan	1.0	m/km.

- $IP = IP_o - IP_t$
 $= 4 - 2$
 $= 2$

Cek Perhitungan Log Wt18

- $\text{Log (Wt18)} = ZR S + 9,36 \text{ Log (SN+1) } - 0,20 +$
 $\text{Log [IP / (4,2-1,5)] / (0.40 + 1094/}$
 $(\text{SN+1})^{5,19}) + 2,32 \text{ Log (MR) -}$
 $8,07$

$$6.129 = ((-1.645) (0.5)) + 9,36 \text{ Log (3.60+1)}$$

$$- 0,20 + \text{Log [2/(4,2-1,5)] / (0.40+}$$

$$1094/ (3.60+1)^{5,19}) + 2,32 \text{ Log}$$

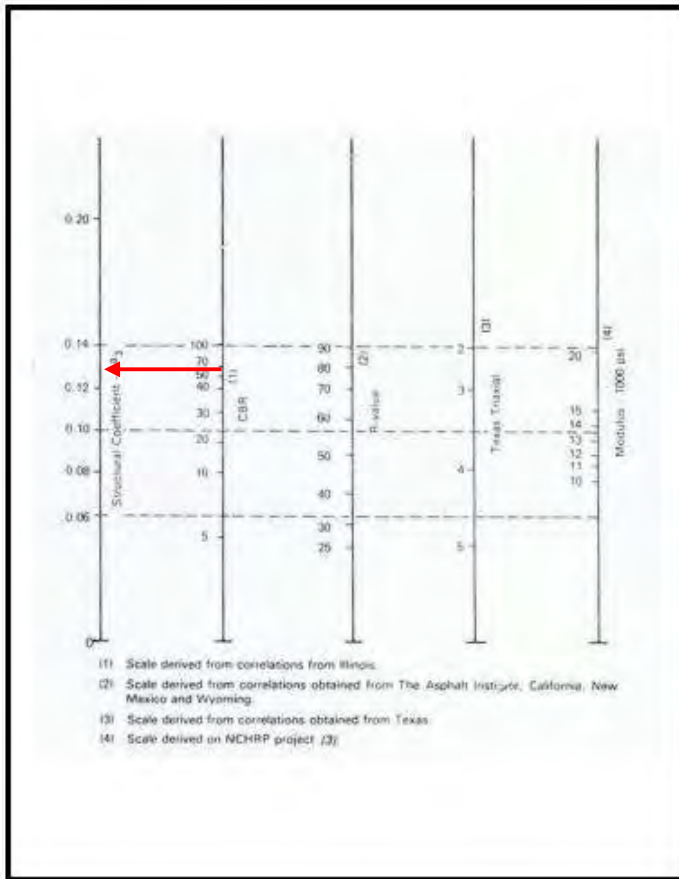
$$(9183.302) - 8,07$$

$$6.129 = 6.142$$

$$6.20 = 6.20 \text{ (Memenuhi)}$$

Perencanaan Jenis Bahan Perkerasan

- Nilai %CBR lapisan subbase = 70% dengan bahan perkerasan sirtu kelas A.
(Tabel 2.30)
- Dengan CBR 70 % plot pada gambar grafik berikut, kemudian akan diperoleh nilai a3.



Gambar 5.7. Variasi Koefisien Kekuatan Relatif Lapis Pondasi Granular (a_3)

Sumber: AASTHO 1993

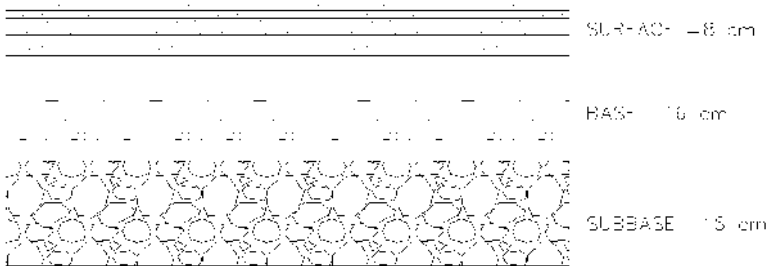
Perencanaan Tebal Lapisan Perkerasan

$$a_2 = 0.135$$

$$m_2 = 1.2$$

$$\begin{aligned} D_2 &= SN_3 - (SN_2 + SN_1) / (a_3 \times m_3) \\ &= 3.60 - (1.45 + 1.25) / (0.135 \times 0.12) \\ &= 5.56 \text{ inci} \times 2.54 \\ &= 14.11 \text{ cm} < 15.24 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat tebal minimum subbase 6 inci = 15,24 cm, jadi menggunakan tebal minimum 16 cm



Gambar 5.8. Rencana Tebal Perkerasan Daerah Pegunungan

5.6. Perencanaan Drainase

5.6.1. Analisa Hidrologi

Analisa hidrologi dilakukan untuk mengetahui debit yang mengalir pada perencanaan jalan baru sesuai dengan umur rencana jalan yang ditentukan.

A. Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi merupakan waktu paling jauh yang dibutuhkan air limpuhan untuk mencapai lokasi fasilitas drainase (inlet time) dari titik terjauh yang terletak di daerah pengaliran.

Contoh Perhitungan :

- Perencanaan saluran tepi 1 STA 0+000 s/d 0+800

Koefisien hambatan (nd)

- Aspal : 0.013
- Bahu jalan : 0.200
- Lereng : 0.800

(Tabel 2.31)

Kemiringan Daerah Pengaliran (s)

- Perkerasan/ aspal : 2%
- Bahu jalan : 4%
- I lereng kanan : 3.18 %
- I lereng kiri : 3.38 %

Kecepatan aliran yang di iijinkan

- Berdasarkan jenis materialnya yaitu lempung kapasiran, maka kecepatan yang diijinkan adalah 0.5 m/detik. (Tabel 2.32)

Perkerasan

- $X = \frac{g}{s} \times W$
 $= \frac{0.13\%}{2\%} \times 3.5$
 $= 0.22 \text{ m}$
- $L = \frac{W^2 + X^2}{3.5^2 + 0.22^2}$
 $= 5 \text{ m}$
- $hg = X \times g$
 $= 0.22 \times 0.13\%$
 $= 0.00027 \text{ m}$
- $hs = W \times s$
 $= 3.5 \times 2\%$
 $= 0.07 \text{ m}$
- $h = hg + hs$
 $= 0.00027 + 0.07$
 $= 0.07027 \text{ m}$
- $i = \frac{\Delta h}{L}$
 $= \frac{0.07027}{5}$
 $= 0.014 \times 100$
 $= 1.4\%$
- to perkerasan $= 1.44 \times \left(nd \times \frac{L}{i} \right)^{0.467}$
 $= 1.44 \times \left(0.013 \times \frac{5}{0.014} \right)^{0.467}$
 $= 1.088 \text{ menit}$

Bahu Jalan

- $X = \frac{g}{s} \times W$
 $= \frac{0.13\%}{4\%} \times 3.5$
 $= 0.05 \text{ m}$
- $L = \frac{W^2 + X^2}{}$
 $= \frac{3.5^2 + 0.05^2}{}$
 $= 1.5 \text{ m}$
- $hg = X \times g$
 $= 0.05 \times 0.13\%$
 $= 0.00006 \text{ m}$
- $hs = W \times s$
 $= 3.5 \times 4\%$
 $= 0.06 \text{ m}$
- $h = hg + hs$
 $= 0.00006 + 0.06$
 $= 0.06006 \text{ m}$
- $i = \frac{\Delta h}{L}$
 $= \frac{0.06006}{5}$
 $= 0.04 \times 100$
 $= 4\%$
- to bahu jalan $= 1.44 \times \left(nd \times \frac{L}{h} \right)^{0.467}$
 $= 1.44 \times \left(0.2 \times \frac{5}{0.04} \right)^{0.467}$
 $= 1.740 \text{ menit}$

Lereng Kanan

- $X = \frac{g}{s} \times W$
 $= \frac{0.13\%}{3.18\%} \times 100$
 $= 3.93 \text{ m}$
- $L = \frac{W^2 + X^2}{}$
 $= \frac{100^2 + 3.93^2}{}$
 $= 100.08 \text{ m}$
- $hg = X \times g$
 $= 3.93 \times 0.13\%$
 $= 0.00491 \text{ m}$
- $hs = W \times s$
 $= 100 \times 3.18\%$
 $= 3.18 \text{ m}$
- $h = hg + hs$
 $= 0.00491 + 3.18$
 $= 3.185 \text{ m}$
- $i = \frac{\Delta h}{L}$
 $= \frac{3.185}{100.08}$
 $= 0.0318 \times 100$
 $= 3.18\%$
- to lereng kanan $= 1.44 \times \left(nd \times \frac{L}{\sqrt{i}} \right)^{0.467}$
 $= 1.44 \times \left(0.8 \times \frac{100.08}{\sqrt{0.0318}} \right)^{0.467}$
 $= 24.943 \text{ menit}$

Lereng Kiri

- $X = \frac{g}{s} \times W$
 $= \frac{0.13\%}{3.38\%} \times 100$
 $= 3.70 \text{ m}$
- $L = \frac{W^2 + X^2}{100^2 + 3.70^2}$
 $= 100.07 \text{ m}$
- $hg = X \times g$
 $= 3.70 \times 0.13\%$
 $= 0.00462 \text{ m}$
- $hs = W \times s$
 $= 100 \times 3.38\%$
 $= 3.38 \text{ m}$
- $h = hg + hs$
 $= 0.00462 + 3.38$
 $= 3.38462 \text{ m}$
- $i = \frac{\Delta h}{L}$
 $= \frac{3.38462}{100.07}$
 $= 0.0338 \times 100$
 $= 3.38\%$
- to lereng kiri $= 1.44 \times \left(nd \times \frac{L}{\sqrt{L}} \right)^{0.467}$
 $= 1.44 \times \left(0.8 \times \frac{100.07}{\sqrt{0.0338}} \right)^{0.467}$
 $= 24.589 \text{ menit}$

tc Saluran Tepi Kanan

- to searah
to perkerasan + to bahu jalan = $1.088 + 1.740$
= 2.829 menit
- to lereng = 24.943 menit
di ambil to yang terbesar antara to perkerasan + to bahu jalan dengan to lereng, maka dipakai to lereng = 24.943 menit,
- Tf = $\frac{\text{jarak memanjang}}{60 \times v \text{ aliran}}$
= $\frac{800}{60 \times 0.5}$
= 26.67 menit
- tc = to lereng + tf
= $24.943 + 26.67$
= 51.609 menit
= 0.86 jam

tc Saluran tepi kiri

- to searah
to perkerasan + to bahu jalan = $1.088 + 1.740$
= 2.829 menit
- to lereng = 24.589 menit
di ambil to yang terbesar antara to perkerasan + to bahu jalan dengan to lereng, maka dipakai to lereng = 24.589 menit.
- tf = $\frac{\text{jarak memanjang}}{60 \times v \text{ aliran}}$
= $\frac{800}{60 \times 0.5}$
= 26.67 menit
- tc = to lereng + tf
= $24.589 + 26.67$

$$= 51.256 \text{ menit}$$

$$= 0.85 \text{ jam}$$

Untuk perhitungan waktu konsentrasi selanjutnya, pada perhitungan to yang dipakai dibandingkan antara to perkerasan + bahu jalan, to lereng, dan tc sebelumnya. Diambil nilai yang terbesar, namun dipertimbangkan juga dari potongan memanjang dan melintang saluran. Apabila dilihat dari potongan memanjang saluran memiliki kemiringan tempat yang searah to yang digunakan masih berkaitan dengan tc terbesar saluran sebelumnya, jika kemiringan berbeda arah, menggunakan to dan tc yang berbeda/ tidak saling berkaitan dengan tc sebelumnya. Apabila dilihat dari potongan melintang, pertimbangkan jika ada timbunan dan tidak ada pemukiman disekitar, maka tidak perlu diberi saluran drainase. Perhitungan tc terlampir pada **Tabel 5.19.**

Intensitas Hujan

- Saluran tepi kanan
- $R_{24} = 417.26 \text{ mm}$
- $t = 0.86 \text{ jam}$
- $I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{\frac{2}{3}}$
 $= \frac{417.26}{24} \times \left(\frac{24}{0.86}\right)^{\frac{2}{3}}$
 $= 159.94 \text{ mm/ jam}$
- Saluran tepi kiri
- $R_{24} = 417.26 \text{ mm}$
- $t = 0.85 \text{ jam}$
- $I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{\frac{2}{3}}$

$$= \frac{417.26}{24} \times \left(\frac{24}{0.85} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$= 160.67 \text{ mm/jam}$$

C gabungan

- Saluran tepi kanan
- Aspal (C1) = 0.95
- Bahu jalan (C2) = 0.65
- Lereng (C3) = 0.90
- Faktor limpasan (fk) = 0.30
- A1= panjang saluran memanjang x lebar jalan
 $= 800 \times 3.5$
 $= 2800 \text{ m}^2$
 $= 0.0028 \text{ km}^2$
- A2= panjang saluran memanjang x lebar bahu
 $= 800 \times 1.5$
 $= 1200 \text{ m}^2$
 $= 0.0012 \text{ km}^2$
- A3= panjang saluran memanjang x lebar lereng
 $= 100.051 \times 800$
 $= 80040.80 \text{ m}^2$
 $= 0.080 \text{ km}^2$
- C gab = $\frac{A1 \times C1 + A2 \times C2 + A3 \times C3 \times fk}{A1 + A2 + A3}$
 $= \frac{(0.0028 \times 0.95) + (0.0012 \times 0.65) + (0.080 \times 0.90 \times 0.3)}{0.0028 + 0.0012 + 0.080}$
 $= 0.298$

- Saluran tepi kiri
Untuk saluran tepi kiri, nilai A1 dan A2 bernilai sama, yang berbeda hanya A3 karena kemiringan lereng kiri berbeda dengan lereng kanan.
- $A3 = \text{panjang saluran memanjang} \times \text{lebar lereng}$
 $= 100.057 \times 800$
 $= 80045.68 \text{ m}^2$
 $= 0.080 \text{ km}^2$
- $C \text{ gab} = \frac{A1 \times C1 + A2 \times C2 + A3 \times C3 \times f_k}{A1 + A2 + A3}$
 $= \frac{(0.0028 \times 0.95) + (0.0012 \times 0.65) + (0.080 \times 0.90 \times 0.3)}{0.0028 + 0.0012 + 0.080}$
 $= 0.298$

Q saluran

- Saluran tepi kanan
- $I = 159.94 \text{ mm/jam}$
- $C = 0.298$
- $A \text{ total} = 0.084$
- $Q = \frac{1}{3.6} \times C \times I \times A$
 $= \frac{1}{3.6} \times 0.298 \times 159.94 \times 0.084$
 $= 1.11 \text{ m}^3/\text{dt}$
- Saluran tepi kiri
- $I = 160.67 \text{ mm/jam}$
- $C = 0.298$
- $A \text{ total} = 0.084$
- $Q = \frac{1}{3.6} \times C \times I \times A$
 $= \frac{1}{3.6} \times 0.298 \times 160.67 \times 0.084$
 $= 1.12 \text{ m}^3/\text{dt}$

Tabel 5.20. Waktu Konsentrasi Saluran Tepi

No	Titik	STA	to badan jalan + to bahu jalan	to	tf	tc kanan	tc pakai kanan	tc pakai kanan	to	tf	tc kiri	tc pakai kiri	tc pakai kiri
			(menit)	(menit)	(menit)	(menit)	(menit)	(jam)	(menit)	(menit)	(menit)	(menit)	(jam)
1	PV1	800	2.829	24.943	26.67	51.609	51.609	0.86	24.589	26.67	51.256	51.256	0.85
2	PV1a	1050	2.835	104.921	8.33	113.254	0.000	0.00	104.921	8.33	113.254	113.254	1.89
3	PV2	1400	2.835	51.609	11.67	63.276	0.000	0.00	51.256	11.67	62.922	0.000	0.00
4	PV3	2200	2.829	63.276	26.67	89.943	0.000	0.00	0.000	26.67	26.667	0.000	0.00
5	PV3a	2700	2.830	63.276	16.67	79.943	0.000	0.00	0.000	16.67	16.667	0.000	0.00
6	PV4	2900	2.830	38.069	6.67	44.736	44.736	0.75	0.000	6.67	9.496	9.496	0.16
7	PV4a	3000	3.398	3.398	3.33	6.731	6.731	0.11	0.000	3.33	0.000	0.000	0.00
8	PV5	3100	3.398	28.808	3.33	32.141	32.141	0.54	9.496	3.33	12.830	12.830	0.21
9	PV6	3200	2.851	32.141	3.33	35.475	35.475	0.59	12.830	3.33	16.163	0.000	0.00
10	PV7	3400	3.416	35.475	6.67	42.141	42.141	0.70	0.000	6.67	10.082	10.082	0.17
11	PV8	3550	3.518	42.141	5.00	47.141	47.141	0.79	10.082	5.00	15.082	15.082	0.25
12	PV9	3750	3.380	47.141	6.67	53.808	53.808	0.90	15.082	6.67	21.749	21.749	0.36
13	PV10	3850	3.518	53.808	3.33	57.141	57.141	0.95	21.749	3.33	25.082	25.082	0.42
14	PV11	3950	3.062	57.141	3.33	60.475	60.475	1.01	25.082	3.33	28.416	0.000	0.00

Tabel 5.20. Waktu Konsentrasi Saluran Tepi (Lanjutan)

No	Titik	STA	to badan jalan + to bahu jalan	to	tf	tc kanan	tc pakai kanan	tc pakai kanan	to	tf	tc kiri	tc pakai kiri	tc pakai kiri
			(menit)	(menit)	(menit)	(menit)	(menit)	(jam)	(menit)	(menit)	(menit)	(menit)	(jam)
15	PV11a	4100	2.829	2.829	5.00	7.829	7.829	0.13	14.094	5.00	19.094	19.094	0.32
16	PV12	4150	2.829	7.829	1.67	9.495	0.000	0.00	14.149	1.67	15.816	0.000	0.00
17	PV13	4350	3.266	21.093	6.67	27.759	27.759	0.46	14.413	6.67	21.080	21.080	0.35
18	PV14	4600	3.518	27.759	8.33	36.093	36.093	0.60	21.080	8.33	29.413	29.413	0.49
19	PV15	4850	2.828	13.001	8.33	21.335	21.335	0.36	2.828	8.33	11.161	11.161	0.19
20	PV15a	4900	3.314	13.303	1.67	14.970	14.970	0.25	3.314	1.67	4.981	4.981	0.08
21	PV16	5100	3.314	12.854	6.67	19.521	0.000	0.00	3.314	6.67	9.981	9.981	0.17
22	PV17	5200	3.451	19.521	3.33	22.854	22.854	0.38	9.981	3.33	13.314	13.314	0.22
23	PV18	5300	3.518	13.591	3.33	16.925	16.925	0.28	3.518	3.33	6.851	6.851	0.11
24	PV18a	5350	3.423	16.925	1.67	18.591	0.000	0.00	6.851	1.67	8.518	0.000	0.00
25	PV18b	5500	3.423	19.407	5.00	24.407	0.000	0.00	8.518	5.00	13.518	0.000	0.00
26	PV19	5550	3.423	24.407	1.67	26.074	26.074	0.43	13.518	1.67	15.185	15.185	0.25
27	PV20	5800	3.518	40.271	8.33	48.604	48.604	0.81	15.185	8.33	23.518	23.518	0.39
28	PV21	6000	2.980	48.604	6.67	55.271	55.271	0.92	23.518	6.67	30.185	30.185	0.50

Tabel 5.20. Waktu Konsentrasi Saluran Tepi (Lanjutan)

No	Titik	STA	to badan jalan + to bahu jalan	to	tf	tc kanan	tc pakai kanan	tc pakai kanan	to	tf	tc kiri	tc pakai kiri	tc pakai kiri
			(menit)	(menit)	(menit)	(menit)	(menit)	(jam)	(menit)	(menit)	(menit)	(menit)	(jam)
29	PV22	6250	3.478	37.537	8.33	45.870	45.870	0.76	3.478	8.33	11.811	11.811	0.20
30	PV23	6300	3.227	45.870	1.67	47.537	0.000	0.00	11.811	1.67	13.478	13.478	0.22
31	PV23	6350	3.227	47.537	1.67	49.203	49.203	0.82	13.478	1.67	15.145	15.145	0.25
32	PV24	6450	2.941	21.064	3.33	24.397	0.000	0.00	2.941	3.33	6.275	6.275	0.10
33	PV25	6550	3.062	24.397	3.33	27.731	27.731	0.46	6.275	3.33	9.608	9.608	0.16
34	PV26	6650	3.518	11.937	3.33	15.270	15.270	0.25	3.518	3.33	6.851	6.851	0.11
35	PV27	6700	2.851	15.270	1.67	16.937	0.000	0.00	6.851	1.67	8.518	8.518	0.14
36	PV28	6750	3.518	16.937	1.67	18.604	18.604	0.31	8.518	1.67	10.185	10.185	0.17
37	PV29	6850	2.851	18.604	3.33	21.937	0.000	0.00	10.185	3.33	13.518	13.518	0.23
38	PV30	7100	2.974	21.937	8.33	30.270	30.270	0.50	13.518	8.33	21.851	21.851	0.36
39	PV31	7150	2.980	12.500	1.67	14.166	14.166	0.24	2.980	1.67	4.647	4.647	0.08
40	PV32	7250	3.416	14.166	3.33	17.500	0.000	0.00	4.647	3.33	7.980	7.980	0.13
41	PV33	7450	3.518	17.500	6.67	24.166	24.166	0.40	7.980	6.67	14.647	14.647	0.24
42	PV34	7500	2.829	15.693	8.33	24.026	0.000	0.00	14.647	8.33	22.980	22.980	0.38

Tabel 5.20. Waktu Konsentrasi Saluran Tepi (Lanjutan)

No	Titik	STA	to badan jalan + to bahu jalan	to	tf	tc kanan	tc pakai kanan	tc pakai kanan	to	tf	tc kiri	tc pakai kiri	tc pakai kiri
			(menit)	(menit)	(menit)	(menit)	(menit)	(jam)	(menit)	(menit)	(menit)	(menit)	(jam)
43	PV34	7750	2.829	24.166	10.00	34.166	34.166	0.57	14.647	10.00	24.647	24.647	0.41
44	PV35	7850	2.851	34.166	3.33	37.500	37.500	0.62	24.647	3.33	27.980	27.980	0.47
45	PV36	7900	3.518	37.500	1.67	39.166	0.000	0.00	27.980	1.67	29.647	29.647	0.49
46	PV37	8150	2.838	12.575	8.33	20.909	0.000	0.00	2.838	8.33	11.171	11.171	0.19
47	PV37a	8200	3.305	11.768	10.00	21.768	0.000	0.00	3.305	10.00	13.305	13.305	0.22
48	PV38	8250	3.305	21.768	3.33	25.101	0.000	0.00	13.305	3.33	16.638	16.638	0.28
49	PV39	8400	2.980	25.101	5.00	30.101	30.101	0.50	16.638	5.00	21.638	21.638	0.36
50	PV40	8450	2.980	30.101	1.67	31.768	0.000	0.00	21.638	1.67	23.305	23.305	0.39
51	PV40	8500	2.980	31.768	1.67	33.435	0.000	0.00	23.305	1.67	24.972	24.972	0.42
52	PV40	8550	2.980	33.435	1.67	35.101	0.000	0.00	24.972	1.67	26.638	26.638	0.44
53	PV41	8700	2.832	11.588	5.00	16.588	16.588	0.28	2.832	5.00	7.832	7.832	0.13
54	PV42	8750	3.227	16.588	1.67	18.255	0.000	0.00	7.832	1.67	9.499	0.000	0.00
55	PV42	8900	3.227	18.255	5.00	23.255	23.255	0.39	9.499	5.00	14.499	14.499	0.24
56	PV43	9000	3.062	23.255	3.33	26.588	26.588	0.44	14.499	3.33	17.832	17.832	0.30

Tabel 5.20. Waktu Konsentrasi Saluran Tepi (Lanjutan)

No	Titik	STA	to badan jalan + to bahu jalan	to	tf	tc kanan	tc pakai kanan	tc pakai kanan	to	tf	tc kiri	tc pakai kiri	tc pakai kiri
			(menit)	(menit)	(menit)	(menit)	(menit)	(jam)	(menit)	(menit)	(menit)	(menit)	(jam)
57	PV44	9100	3.518	26.588	3.33	29.922	0.000	0.00	17.832	3.33	21.165	0.000	0.00
58	PV45	9250	2.866	13.727	5.00	18.727	18.727	0.31	2.866	5.00	7.866	7.866	0.13
59	PV46	9300	3.518	29.922	1.67	31.588	0.000	0.00	7.866	1.67	9.533	0.000	0.00
60	PV46	9350	3.518	15.834	1.67	17.501	0.000	0.00	3.518	1.67	5.185	5.185	0.09
61	PV47	9500	2.980	13.093	5.00	18.093	18.093	0.30	5.185	5.00	10.185	10.185	0.17
62	PV48	9600	3.518	18.093	3.33	21.426	21.426	0.36	10.185	3.33	13.518	13.518	0.23
63	PV49	9800	2.851	21.426	6.67	28.093	0.000	0.00	13.518	6.67	20.185	20.185	0.34
64	PV49	9850	2.851	12.347	1.67	14.014	14.014	0.23	20.185	1.67	21.851	21.851	0.36
65	PV50	10050	3.518	13.192	6.67	19.858	19.858	0.33	3.518	6.67	10.185	10.185	0.17
66	PV51	10200	2.929	19.858	5.00	24.858	0.000	0.00	10.185	5.00	15.185	15.185	0.25
67	PV52	10400	2.835	14.448	6.67	21.115	21.115	0.35	2.835	6.67	9.502	9.502	0.16
68	PV53	10500	3.518	21.115	3.33	24.448	0.000	0.00	9.502	3.33	12.835	12.835	0.21
69	PV54	10600	3.343	15.114	3.33	18.448	18.448	0.31	3.343	3.33	6.676	6.676	0.11
70	PV54a	10650	3.227	20.005	1.67	21.672	0.000	0.00	6.676	1.67	8.343	8.343	0.14

Tabel 5.20 . Waktu Konsentrasi Saluran Tepi (Lanjutan)

No	Titik	STA	to badan jalan + to bahu jalan	to	tf	tc kanan	tc pakai kanan	tc pakai kanan	to	tf	tc kiri	tc pakai kiri	tc pakai kiri
			(menit)	(menit)	(menit)	(menit)	(menit)	(jam)	(menit)	(menit)	(menit)	(menit)	(jam)
71	PV55	10700	3.227	21.672	1.67	23.339	0.000	0.00	8.343	1.67	10.010	0.000	0.00
72	PV56	10900	3.083	23.339	6.67	30.005	30.005	0.50	3.083	6.67	9.750	9.750	0.16
73	PV56a	11200	3.261	30.005	10.00	40.005	0.000	0.00	9.750	10.00	19.750	19.750	0.33
74	PV57	11250	3.261	12.784	1.67	14.451	0.000	0.00	19.750	1.67	21.416	21.416	0.36
75	PV58	11400	3.496	14.217	5.00	19.217	0.000	0.00	3.496	5.00	8.496	8.496	0.14
76	PV58a	11450	3.062	19.217	1.67	20.883	0.000	0.00	8.496	1.67	10.163	10.163	0.17
77	PV59	11500	3.062	13.609	1.67	15.275	15.275	0.25	10.163	1.67	11.829	11.829	0.20
78	PV59a	11550	2.906	15.275	1.67	16.942	0.000	0.00	11.829	1.67	13.496	13.496	0.22
79	PV60	11600	2.906	12.084	1.67	13.750	13.750	0.23	13.496	1.67	15.163	15.163	0.25
80	PV61	11700	3.146	13.310	3.33	16.643	0.000	0.00	3.146	3.33	6.479	6.479	0.11
81	PV62	11800	3.518	12.335	3.33	15.668	15.668	0.26	6.479	3.33	9.812	9.812	0.16
82	PV63	11900	3.062	12.598	3.33	15.932	15.932	0.27	3.062	3.33	6.396	6.396	0.11
83	PV63a	11950	3.035	15.932	1.67	17.598	0.000	0.00	6.396	1.67	8.062	8.062	0.13
84	PV64	12050	3.035	15.123	3.33	18.456	18.456	0.31	3.035	3.33	6.368	6.368	0.11

Tabel 5.20. Waktu Konsentrasi Saluran Tepi (Lanjutan)

No	Titik	STA	to badan jalan + to bahu jalan	to	tf	tc kanan	tc pakai kanan	tc pakai kanan	to	tf	tc kiri	tc pakai kiri	tc pakai kiri
			(menit)	(menit)	(menit)	(menit)	(menit)	(jam)	(menit)	(menit)	(menit)	(menit)	(jam)
85	PV65	12300	3.243	22.148	8.33	30.481	0.000	0.00	6.368	8.33	14.701	14.701	0.25
86	PV66	12450	3.404	12.333	5.00	17.333	17.333	0.29	3.404	5.00	8.404	8.404	0.14
87	PV67	12550	3.518	17.333	3.33	20.666	20.666	0.34	8.404	3.33	11.737	11.737	0.20
88	PV68	12700	3.253	11.853	5.00	16.853	16.853	0.28	3.253	5.00	8.253	8.253	0.14
89	PV69	12850	2.828	12.938	5.00	17.938	0.000	0.00	2.828	5.00	7.828	0.000	0.00
90	PV70	13000	3.451	13.005	5.00	18.005	18.005	0.30	3.451	5.00	8.451	8.451	0.14
91	PV70a	13050	3.518	15.006	1.67	16.673	0.000	0.00	3.518	1.67	5.185	0.000	0.00
92	PV71	13200	3.518	12.203	5.00	17.203	17.203	0.29	3.518	5.00	8.518	8.518	0.14
93	PV71a	13250	3.451	17.203	1.67	18.869	18.869	0.31	8.518	1.67	10.185	0.000	0.00
94	PV72	13400	3.451	18.869	5.00	23.869	23.869	0.40	30.952	5.00	35.952	35.952	0.60
95	PV72a	13450	3.305	12.033	1.67	13.700	0.000	0.00	3.305	1.67	4.972	4.972	0.08
96	PV73	13500	3.305	12.123	1.67	13.789	13.789	0.23	4.972	1.67	6.638	6.638	0.11
97	PV74	13650	2.828	13.789	5.00	18.789	18.789	0.31	19.309	5.00	24.309	24.309	0.41
98	PV75	13750	3.518	18.789	3.33	22.123	0.000	0.00	24.309	3.33	27.643	0.000	0.00

Tabel 5.20. Waktu Konsentrasi Saluran Tepi (Lanjutan)

No	Titik	STA	to badan jalan + to bahu jalan	to	tf	tc kanan	tc pakai kanan	tc pakai kanan	to	tf	tc kiri	tc pakai kiri	tc pakai kiri
			(menit)	(menit)	(menit)	(menit)	(menit)	(jam)	(menit)	(menit)	(menit)	(menit)	(jam)
99	PV76	13800	2.906	13.940	1.67	15.606	0.000	0.00	2.906	1.67	4.572	0.000	0.00
100	PV76	13850	2.906	12.750	1.67	14.417	14.417	0.24	23.820	1.67	25.486	25.486	0.42
101	PV77	13950	3.518	14.172	3.33	17.505	0.000	0.00	3.518	3.33	6.851	0.000	0.00
102	PV78	14100	3.200	14.066	5.00	19.066	19.066	0.32	3.200	5.00	8.200	8.200	0.14
103	PV79	14200	3.518	19.066	3.33	22.399	22.399	0.37	8.200	3.33	11.533	0.000	0.00
104	PV79a	14300	3.404	14.599	3.33	17.932	0.000	0.00	3.404	3.33	6.737	0.000	0.00
105	PV80	14350	3.404	13.400	1.67	15.067	15.067	0.25	3.404	1.67	5.070	0.000	0.00

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 5.21. Debit Saluran Kanan

STA	Jarak	I kanan	A total kanan	C gabungan Kanan	Q kanan
		(mm/jam)	(km ²)		(m ³ /dt)
800	800	159.94	0.084	0.298	1.11
1050	250	0.00	0.036	0.290	0.00
1400	350	0.00	0.037	0.298	0.00
2200	800	0.00	0.084	0.298	0.00
2700	500	0.00	0.053	0.298	0.00
2900	200	175.93	0.021	0.298	0.31
3000	100	621.90	0.011	0.298	0.54
3100	100	219.31	0.011	0.298	0.19
3200	100	205.35	0.011	0.298	0.18
3400	200	183.08	0.021	0.298	0.32
3550	150	169.89	0.016	0.298	0.23
3750	200	155.55	0.021	0.298	0.27
3850	100	149.44	0.011	0.297	0.13
3950	100	143.90	0.011	0.298	0.13

Tabel 5.21. Debit Saluran Kanan (Lanjutan)

STA	Jarak	I kanan	A total kanan	C gabungan Kanan	Q kanan
	(m)	(mm/jam)	(km2)		(m3/dt)
4100	150	562.31	0.016	0.297	0.76
4150	50	0.00	0.006	0.297	0.00
4350	200	241.83	0.021	0.298	0.42
4600	250	203.00	0.027	0.297	0.45
4850	250	288.21	0.029	0.295	0.69
4900	50	365.00	0.006	0.295	0.17
5100	200	0.00	0.024	0.295	0.00
5200	100	275.30	0.012	0.294	0.28
5300	100	336.32	0.011	0.296	0.32
5350	50	0.00	0.006	0.296	0.00
5500	150	0.00	0.016	0.298	0.00
5550	50	252.14	0.005	0.298	0.11
5800	250	166.47	0.026	0.298	0.36
6000	200	152.80	0.022	0.297	0.27

Tabel 5.21. Debit Saluran Kanan (Lanjutan)

STA	Jarak	I kanan	A total kanan	C gabungan Kanan	Q kanan
	(m)	(mm/jam)	(km2)		(m3/dt)
6250	250	173.02	0.026	0.298	0.38
6300	50	0.00	0.005	0.298	0.00
6350	50	165.11	0.005	0.298	0.07
6450	100	0.00	0.011	0.298	0.00
6550	100	241.99	0.012	0.295	0.23
6650	100	360.20	0.013	0.293	0.38
6700	50	0.00	0.007	0.292	0.00
6750	50	315.77	0.007	0.293	0.17
6850	100	0.00	0.013	0.292	0.00
7100	250	228.26	0.031	0.294	0.58
7150	50	378.68	0.006	0.294	0.19
7250	100	0.00	0.012	0.295	0.00
7450	200	265.24	0.022	0.297	0.48
7500	250	0.00	0.006	0.386	0.00

Tabel 5.21. Debit Saluran Kanan (Lanjutan)

STA	Jarak	I kanan	A total kanan	C gabungan Kanan	Q kanan
	(m)	(mm/jam)	(km ²)		(m ³ /dt)
7750	300	210.56	0.030	0.299	0.53
7850	100	197.89	0.012	0.294	0.20
7900	50	0.00	0.006	0.294	0.00
8150	250	0.00	0.030	0.294	0.00
8200	300	0.00	0.008	0.382	0.00
8250	100	0.00	0.007	0.313	0.00
8400	150	229.11	0.021	0.291	0.40
8450	50	0.00	0.007	0.293	0.00
8500	50	0.00	0.007	0.292	0.00
8550	50	0.00	0.007	0.292	0.00
8700	150	340.86	0.020	0.292	0.56
8750	50	0.00	0.007	0.291	0.00
8900	150	272.12	0.019	0.294	0.41
9000	100	248.87	0.011	0.296	0.23

Tabel 5.21. Debit Saluran Kanan (Lanjutan)

STA	Jarak	I kanan	A total kanan	C gabungan Kanan	Q kanan
	(m)	(mm/jam)	(km2)		(m3/dt)
9100	100	0.00	0.011	0.297	0.00
9250	150	314.39	0.017	0.296	0.44
9300	50	0.00	0.005	0.297	0.00
9350	50	0.00	0.005	0.297	0.00
9500	150	321.69	0.018	0.295	0.46
9600	100	287.39	0.012	0.295	0.28
9800	200	0.00	0.025	0.293	0.00
9850	50	381.42	0.006	0.294	0.19
10050	200	302.33	0.023	0.295	0.58
10200	150	0.00	0.016	0.297	0.00
10400	200	290.22	0.022	0.297	0.53
10500	100	0.00	0.011	0.297	0.00
10600	100	317.55	0.011	0.297	0.29
10650	50	0.00	0.000	0.860	0.00

Tabel 5.21. Debit Saluran Kanan (Lanjutan)

STA	Jarak	I kanan	A total kanan	C gabungan Kanan	Q kanan
	(m)	(mm/jam)	(km ²)		(m ³ /dt)
10700	50	0.00	0.005	0.298	0.00
10900	200	229.60	0.022	0.297	0.42
11200	300	0.00	0.040	0.292	0.00
11250	50	0.00	0.006	0.295	0.00
11400	150	0.00	0.017	0.296	0.00
11450	50	0.00	0.006	0.295	0.00
11500	50	360.12	0.006	0.296	0.17
11550	50	0.00	0.006	0.295	0.00
11600	50	386.27	0.006	0.293	0.20
11700	100	0.00	0.012	0.295	0.00
11800	100	354.07	0.013	0.294	0.36
11900	100	350.16	0.012	0.294	0.35
11950	50	0.00	0.006	0.295	0.00
12050	100	317.46	0.011	0.297	0.29

Tabel 5.21. Debit Saluran Kanan (Lanjutan)

STA	Jarak	I kanan	A total kanan	C gabungan Kanan	Q kanan
	(m)	(mm/jam)	(km2)		(m3/dt)
12300	250	0.00	0.026	0.298	0.00
12450	150	331.03	0.019	0.294	0.51
12550	100	294.40	0.012	0.295	0.28
12700	150	337.28	0.020	0.292	0.54
12850	150	0.00	0.018	0.295	0.00
13000	150	322.74	0.018	0.295	0.47
13050	50	0.00	0.005	0.297	0.00
13200	150	332.69	0.019	0.293	0.52
13250	50	312.80	0.006	0.293	0.16
13400	150	267.43	0.018	0.295	0.39
13450	50	0.00	0.006	0.293	0.00
13500	50	385.55	0.006	0.293	0.20
13650	150	313.69	0.018	0.295	0.46
13750	100	0.00	0.011	0.297	0.00

Tabel 5.21. Debit Saluran Kanan (Lanjutan)

STA	Jarak	I kanan	A total kanan	C gabungan Kanan	Q kanan
	(m)	(mm/jam)	(km2)		(m3/dt)
13800	50	0.00	0.006	0.296	0.00
13850	50	374.27	0.006	0.295	0.18
13950	100	0.00	0.011	0.296	0.00
14100	150	310.65	0.017	0.296	0.43
14200	100	279.01	0.012	0.295	0.27
14300	100	0.00	0.011	0.297	0.00
14350	50	363.44	0.006	0.296	0.17

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 5.22. Debit Saluran Kiri

No	Titik	STA	Jarak	I kiri	A total kiri	C gabungan Kiri	Q kiri
			(m)	(mm/jam)	(km ²)		(m ³ /dt)
1	PV1	800	800	160.67	0.084	0.298	1.12
2	PV1a	1050	250	94.71	0.036	0.290	0.28
3	PV2	1400	350	0.00	0.037	0.298	0.00
4	PV3	2200	800	0.00	0.084	0.298	0.00
5	PV3a	2700	500	0.00	0.053	0.298	0.00
6	PV4	2900	200	494.39	0.021	0.298	0.86
7	PV4a	3000	100	0.00	0.011	0.298	0.00
8	PV5	3100	100	404.54	0.011	0.298	0.35
9	PV6	3200	100	0.00	0.011	0.297	0.00
10	PV7	3400	200	475.05	0.022	0.297	0.85
11	PV8	3550	150	363.19	0.017	0.297	0.50
12	PV9	3750	200	284.54	0.023	0.296	0.53
13	PV10	3850	100	258.74	0.011	0.296	0.24
14	PV11	3950	100	0.00	0.011	0.297	0.00

Tabel 5.22. Debit Saluran Kiri (Lanjutan)

No	Titik	STA	Jarak	I kiri	A total kiri	C gabungan Kiri	Q kiri
			(m)	(mm/jam)	(km ²)		(m ³ /dt)
15	PV11a	4100	150	310.34	0.017	0.296	0.43
16	PV12	4150	50	0.00	0.006	0.297	0.00
17	PV13	4350	200	290.54	0.022	0.297	0.53
18	PV14	4600	250	232.67	0.026	0.298	0.51
19	PV15	4850	250	443.92	0.026	0.298	0.96
20	PV15a	4900	50	760.15	0.005	0.298	0.33
21	PV16	5100	200	478.26	0.021	0.298	0.83
22	PV17	5200	100	394.67	0.011	0.298	0.34
23	PV18	5300	100	614.60	0.011	0.298	0.53
24	PV18a	5350	50	0.00	0.005	0.298	0.00
25	PV18b	5500	150	0.00	0.016	0.298	0.00
26	PV19	5550	50	361.55	0.005	0.298	0.16
27	PV20	5800	250	270.09	0.026	0.298	0.59
28	PV21	6000	200	228.69	0.021	0.298	0.40

Tabel 5.22. Debit Saluran Kiri (Lanjutan)

No	Titik	STA	Jarak	I kiri	A total kiri	C gabungan Kiri	Q kiri
			(m)	(mm/jam)	(km ²)		(m ³ /dt)
29	PV22	6250	250	427.47	0.026	0.298	0.93
30	PV23	6300	50	391.46	0.005	0.298	0.17
31	PV23	6350	50	362.19	0.005	0.298	0.16
32	PV24	6450	100	651.70	0.011	0.298	0.57
33	PV25	6550	100	490.55	0.011	0.298	0.43
34	PV26	6650	100	614.60	0.011	0.298	0.53
35	PV27	6700	50	531.56	0.005	0.298	0.23
36	PV28	6750	50	471.86	0.005	0.298	0.21
37	PV29	6850	100	390.69	0.011	0.298	0.34
38	PV30	7100	250	283.65	0.026	0.298	0.62
39	PV31	7150	50	796.17	0.005	0.298	0.35
40	PV32	7250	100	555.18	0.011	0.298	0.48
41	PV33	7450	200	370.35	0.021	0.298	0.64
42	PV34	7500	250	274.29	0.006	0.388	0.18

Tabel 5.22. Debit Saluran Kiri (Lanjutan)

No	Titik	STA	Jarak	I kiri	A total kiri	C gabungan Kiri	Q kiri
			(m)	(mm/jam)	(km ²)		(m ³ /dt)
43	PV34	7750	300	261.78	0.027	0.303	0.58
44	PV35	7850	100	240.55	0.011	0.298	0.21
45	PV36	7900	50	231.45	0.005	0.298	0.10
46	PV37	8150	250	443.66	0.026	0.298	0.96
47	PV37a	8200	300	394.85	0.007	0.406	0.29
48	PV38	8250	100	340.17	0.006	0.324	0.17
49	PV39	8400	150	285.51	0.016	0.298	0.37
50	PV40	8450	50	271.73	0.005	0.298	0.12
51	PV40	8500	50	259.50	0.005	0.298	0.11
52	PV40	8550	50	248.56	0.005	0.298	0.11
53	PV41	8700	150	562.15	0.016	0.298	0.73
54	PV42	8750	50	0.00	0.005	0.298	0.00
55	PV42	8900	150	372.87	0.016	0.298	0.49
56	PV43	9000	100	324.82	0.011	0.298	0.28

Tabel 5.22. Debit Saluran Kiri (Lanjutan)

No	Titik	STA	Jarak	I kiri	A total kiri	C gabungan Kiri	Q kiri
			(m)	(mm/jam)	(km ²)		(m ³ /dt)
57	PV44	9100	100	0.00	0.011	0.298	0.00
58	PV45	9250	150	560.54	0.016	0.298	0.73
59	PV46	9300	50	0.00	0.005	0.298	0.00
60	PV46	9350	50	740.11	0.005	0.298	0.32
61	PV47	9500	150	471.86	0.016	0.298	0.62
62	PV48	9600	100	390.69	0.011	0.298	0.34
63	PV49	9800	200	299.06	0.021	0.298	0.52
64	PV49	9850	50	283.65	0.005	0.298	0.12
65	PV50	10050	200	471.86	0.021	0.298	0.82
66	PV51	10200	150	361.55	0.016	0.298	0.47
67	PV52	10400	200	494.19	0.021	0.298	0.86
68	PV53	10500	100	404.42	0.011	0.298	0.35
69	PV54	10600	100	625.30	0.011	0.298	0.54
70	PV54a	10650	50	538.97	0.000	0.860	0.03

Tabel 5.22. Debit Saluran Kiri (Lanjutan)

No	Titik	STA	Jarak	I kiri	A total kiri	C gabungan Kiri	Q kiri
			(m)	(mm/jam)	(km ²)		(m ³ /dt)
71	PV55	10700	50	0.00	0.005	0.298	0.00
72	PV56	10900	200	485.78	0.021	0.298	0.84
73	PV56a	11200	300	303.44	0.032	0.298	0.79
74	PV57	11250	50	287.48	0.005	0.298	0.12
75	PV58	11400	150	532.48	0.016	0.298	0.69
76	PV58a	11450	50	472.54	0.005	0.298	0.21
77	PV59	11500	50	427.04	0.005	0.298	0.19
78	PV59a	11550	50	391.12	0.005	0.298	0.17
79	PV60	11600	50	361.90	0.005	0.298	0.16
80	PV61	11700	100	637.93	0.011	0.298	0.55
81	PV62	11800	100	483.72	0.011	0.298	0.42
82	PV63	11900	100	643.46	0.011	0.298	0.56
83	PV63a	11950	50	551.40	0.005	0.298	0.24
84	PV64	12050	100	645.33	0.011	0.298	0.56

Tabel 5.22. Debit Saluran Kiri (Lanjutan)

No	Titik	STA	Jarak	I kiri	A total kiri	C gabungan Kiri	Q kiri
			(m)	(mm/jam)	(km ²)		(m ³ /dt)
85	PV65	12300	250	369.44	0.026	0.298	0.80
86	PV66	12450	150	536.36	0.016	0.298	0.70
87	PV67	12550	100	429.27	0.011	0.298	0.37
88	PV68	12700	150	542.86	0.016	0.298	0.71
89	PV69	12850	150	0.00	0.016	0.298	0.00
90	PV70	13000	150	534.38	0.016	0.298	0.70
91	PV70a	13050	50	0.00	0.005	0.298	0.00
92	PV71	13200	150	531.56	0.016	0.298	0.69
93	PV71a	13250	50	0.00	0.005	0.298	0.00
94	PV72	13400	150	203.53	0.016	0.298	0.27
95	PV72a	13450	50	761.08	0.005	0.298	0.33
96	PV73	13500	50	627.67	0.005	0.298	0.27
97	PV74	13650	150	264.20	0.016	0.298	0.35
98	PV75	13750	100	0.00	0.011	0.298	0.00

Tabel 5.22. Debit Saluran Kiri (Lanjutan)

No	Titik	STA	Jarak	I kiri	A total kiri	C gabungan Kiri	Q kiri
			(m)	(mm/jam)	(km ²)		(m ³ /dt)
99	PV76	13800	50	0.00	0.005	0.298	0.00
100	PV76	13850	50	256.00	0.005	0.298	0.11
101	PV77	13950	100	0.00	0.011	0.298	0.00
102	PV78	14100	150	545.21	0.016	0.298	0.71
103	PV79	14200	100	0.00	0.011	0.298	0.00
104	PV79a	14300	100	0.00	0.011	0.298	0.00
105	PV80	14350	50	0.00	0.005	0.298	0.00

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 5.23. Dimensi Saluran Kanan

No	Titik	STA	Z kanan	A hidrologi	b pakai	h pakai	h+w	A hidrolika	P	R	n	i	Vs	Qs
				(m ²)	(m)	(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m ²)		saluran	(m/s)	(m ³ /s)
1	PV1	800	1.5	2.2	1.0	1.00	1.8	2.5	3.83	0.65	0.045	0.10%	0.5	1.322
2	PV1a	1050	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
3	PV2	1400	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
4	PV3	2200	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
5	PV3a	2700	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
6	PV4	2900	1.0	0.6	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.10%	0.4	0.688
7	PV4a	3000	1.0	1.1	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.10%	0.4	0.688
8	PV5	3100	1.0	0.4	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.10%	0.4	0.688
9	PV6	3200	1.0	0.4	0.7	0.7	1.3	1.0	2.68	0.37	0.045	0.10%	0.4	0.352
10	PV7	3400	1.0	0.6	0.7	0.7	1.3	1.0	2.68	0.37	0.045	0.10%	0.4	0.352
11	PV8	3550	1.0	0.5	0.7	0.7	1.3	1.0	2.68	0.37	0.045	0.10%	0.4	0.352
12	PV9	3750	1.0	0.5	0.7	0.7	1.3	1.0	2.68	0.37	0.045	0.10%	0.4	0.352
13	PV10	3850	1.0	0.3	0.7	0.7	1.3	1.0	2.68	0.37	0.045	0.10%	0.4	0.352
14	PV11	3950	1.0	0.3	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.10%	0.4	0.688

Tabel 5.23. Dimensi Saluran Kanan (Lanjutan)

No	Titik	STA	Z kanan	A hidrologi	b pakai	h pakai	h+w	A hidrolika	P	R	n	i	Vs	Qs
				(m ²)	(m)	(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m ²)		saluran	(m/s)	(m ³ /s)
15	PV11a	4100	1.5	1.5	0.9	0.9	1.6	2.0	3.45	0.59	0.045	0.10%	0.5	0.998
16	PV12	4150	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
17	PV13	4350	1.0	0.8	0.8	0.8	1.5	1.3	3.06	0.42	0.045	0.10%	0.4	0.503
18	PV14	4600	1.0	0.9	0.8	0.8	1.5	1.3	3.06	0.42	0.045	0.10%	0.4	0.503
19	PV15	4850	1.0	1.4	1.0	1.0	1.8	2.0	3.83	0.52	0.045	0.10%	0.5	0.912
20	PV15a	4900	1.0	0.3	0.6	0.6	1.2	0.7	2.30	0.31	0.045	0.10%	0.3	0.233
21	PV16	5100	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
22	PV17	5200	1.0	0.6	0.8	0.8	1.5	1.3	3.06	0.42	0.045	0.10%	0.4	0.503
23	PV18	5300	1.0	0.6	0.8	0.8	1.5	1.3	3.06	0.42	0.045	0.10%	0.4	0.503
24	PV18a	5350	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
25	PV18b	5500	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
26	PV19	5550	1.0	0.2	0.8	0.8	1.5	1.3	3.06	0.42	0.045	0.10%	0.4	0.503
27	PV20	5800	1.0	0.7	0.8	0.8	1.5	1.3	3.06	0.42	0.045	0.10%	0.4	0.503
28	PV21	6000	1.0	0.5	0.8	0.8	1.5	1.3	3.06	0.42	0.045	0.10%	0.4	0.503

Tabel 5.23. Dimensi Saluran Kanan (Lanjutan)

No	Titik	STA	Z kanan	A hidrologi	b pakai	h pakai	h+w	A hidrolika	P	R	n	i	Vs	Qs
				(m ²)	(m)	(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m ²)		saluran	(m/s)	(m ³ /s)
29	PV22	6250	1.0	0.8	0.8	0.8	1.5	1.3	3.06	0.42	0.045	0.10%	0.4	0.503
30	PV23	6300	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
31	PV23	6350	1.0	0.1	0.8	0.8	1.5	1.3	3.06	0.42	0.045	0.10%	0.4	0.503
32	PV24	6450	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
33	PV25	6550	1.0	0.5	0.8	0.8	1.5	1.3	3.06	0.42	0.045	0.10%	0.4	0.503
34	PV26	6650	1.0	0.8	0.8	0.8	1.5	1.3	3.06	0.42	0.045	0.10%	0.4	0.503
35	PV27	6700	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
36	PV28	6750	1.0	0.3	0.6	0.6	1.2	0.7	2.30	0.31	0.045	0.10%	0.3	0.233
37	PV29	6850	1.0	0.0	0.5	0.5	1.0	0.5	1.91	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
38	PV30	7100	1.0	1.2	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.10%	0.4	0.688
39	PV31	7150	1.0	0.4	0.6	0.6	1.2	0.7	2.30	0.31	0.045	0.10%	0.3	0.233
40	PV32	7250	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
41	PV33	7450	1.0	1.0	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.10%	0.4	0.688
42	PV34	7500	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000

Tabel 5.23. Dimensi Saluran Kanan (Lanjutan)

No	Titik	STA	Z kanan	A hidrologi	b pakai	h pakai	h+w	A hidrolika	P	R	n	i	Vs	Qs
				(m ²)	(m)	(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m ²)		saluran	(m/s)	(m ³ /s)
43	PV34	7750	1.0	1.1	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.10%	0.4	0.688
44	PV35	7850	1.0	0.4	0.6	0.6	1.2	0.7	2.30	0.31	0.045	0.10%	0.3	0.233
45	PV36	7900	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
46	PV37	8150	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
47	PV37a	8200	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
48	PV38	8250	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
49	PV39	8400	1.0	0.8	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.10%	0.4	0.688
50	PV40	8450	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
51	PV40	8500	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
52	PV40	8550	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
53	PV41	8700	1.0	1.1	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.10%	0.4	0.688
54	PV42	8750	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
55	PV42	8900	1.0	0.8	0.8	0.8	1.5	1.3	3.06	0.42	0.045	0.10%	0.4	0.503
56	PV43	9000	1.0	0.5	0.6	0.6	1.2	0.7	2.30	0.31	0.045	0.10%	0.3	0.233

Tabel 5.23. Dimensi Saluran Kanan (Lanjutan)

No	Titik	STA	Z kanan	A hidrologi	b pakai	h pakai	h+w	A hidrolika	P	R	n	i	Vs	Qs
				(m ²)	(m)	(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m ²)		saluran	(m/s)	(m ³ /s)
57	PV44	9100	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
58	PV45	9250	1.0	0.9	0.8	0.8	1.5	1.3	3.06	0.42	0.045	0.10%	0.4	0.503
59	PV46	9300	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
60	PV46	9350	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
61	PV47	9500	1.0	0.9	0.8	0.8	1.5	1.3	3.06	0.42	0.045	0.10%	0.4	0.503
62	PV48	9600	1.0	0.6	0.8	0.8	1.5	1.3	3.06	0.42	0.045	0.10%	0.4	0.503
63	PV49	9800	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
64	PV49	9850	1.0	0.4	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.10%	0.4	0.688
65	PV50	10050	1.0	1.2	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.10%	0.4	0.688
66	PV51	10200	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
67	PV52	10400	1.0	1.1	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.10%	0.4	0.688
68	PV53	10500	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
69	PV54	10600	1.0	0.6	0.8	0.8	1.5	1.3	3.06	0.42	0.045	0.10%	0.4	0.503
70	PV54a	10650	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000

Tabel 5.23. Dimensi Saluran Kanan (Lanjutan)

No	Titik	STA	Z kanan	A hidrologi	b pakai	h pakai	h+w	A hidrolika	P	R	n	i	Vs	Qs
				(m ²)	(m)	(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m ²)		saluran	(m/s)	(m ³ /s)
71	PV55	10700	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
72	PV56	10900	1.0	0.8	0.8	0.8	1.5	1.3	3.06	0.42	0.045	0.10%	0.4	0.503
73	PV56a	11200	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
74	PV57	11250	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
75	PV58	11400	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
76	PV58a	11450	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
77	PV59	11500	1.0	0.3	0.6	0.6	1.2	0.7	2.30	0.31	0.045	0.10%	0.3	0.233
78	PV59a	11550	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
79	PV60	11600	1.0	0.4	0.6	0.6	1.2	0.7	2.30	0.31	0.045	0.10%	0.3	0.233
80	PV61	11700	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
81	PV62	11800	1.0	0.7	0.8	0.8	1.5	1.3	3.06	0.42	0.045	0.10%	0.4	0.503
82	PV63	11900	1.0	0.7	0.7	0.7	1.3	1.0	2.68	0.37	0.045	0.10%	0.4	0.352
83	PV63a	11950	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
84	PV64	12050	1.0	0.6	0.7	0.7	1.3	1.0	2.68	0.37	0.045	0.10%	0.4	0.352

Tabel 5.23. Dimensi Saluran Kanan (Lanjutan)

No	Titik	STA	Z kanan	A hidrologi	b pakai	h pakai	h+w	A hidrolika	P	R	n	i	Vs	Qs
				(m ²)	(m)	(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m ²)		saluran	(m/s)	(m ³ /s)
85	PV65	12300	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
86	PV66	12450	1.0	1.0	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.10%	0.4	0.688
87	PV67	12550	1.0	0.6	0.7	0.7	1.3	1.0	2.68	0.37	0.045	0.10%	0.4	0.352
88	PV68	12700	1.0	1.1	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.10%	0.4	0.688
89	PV69	12850	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
90	PV70	13000	1.0	0.9	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.10%	0.4	0.688
91	PV70a	13050	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
92	PV71	13200	1.0	1.0	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.10%	0.4	0.688
93	PV71a	13250	1.0	0.3	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.10%	0.4	0.688
94	PV72	13400	1.0	0.8	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.10%	0.4	0.688
95	PV72a	13450	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
96	PV73	13500	1.0	0.4	0.8	0.8	1.5	1.3	3.06	0.42	0.045	0.10%	0.4	0.503
97	PV74	13650	1.0	0.9	0.8	0.8	1.5	1.3	3.06	0.42	0.045	0.10%	0.4	0.503
98	PV75	13750	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000

Tabel 5.23. Dimensi Saluran Kanan (Lanjutan)

No	Titik	STA	Z kanan	A hidrologi	b pakai	h pakai	h+w	A hidrolika	P	R	n	i	Vs	Qs
				(m ²)	(m)	(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m ²)		saluran	(m/s)	(m ³ /s)
99	PV76	13800	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
100	PV76	13850	1.0	0.4	0.8	0.8	1.5	1.3	3.06	0.42	0.045	0.10%	0.4	0.503
101	PV77	13950	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
102	PV78	14100	1.0	0.9	0.8	0.8	1.5	1.3	3.06	0.42	0.045	0.10%	0.4	0.503
103	PV79	14200	1.0	0.5	0.8	0.8	1.5	1.3	3.06	0.42	0.045	0.10%	0.4	0.503
104	PV79a	14300	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.10%	0.0	0.000
105	PV80	14350	1.0	0.3	0.6	0.6	1.2	0.7	2.30	0.31	0.045	0.10%	0.3	0.233

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 5.24. Dimensi Saluran Kiri

No	Titik	STA	Z Kiri	A hidrologi	b pakai	h pakai	h+w	A hidrolika	P	R	n	is	Vs	Qs	w
				(m2)	(m)	(m)	(m)	(m2)	(m)	(m2)		(%)	(m/s2)	(m3/s)	(m)
1	PV1	800	1.5	2.24	1.0	1.0	1.8	2.5	3.83	0.65	0.045	0.1%	0.5	1.322	0.80
2	PV1a	1050	1.0	0.55	0.6	0.6	1.2	0.7	2.30	0.31	0.045	0.1%	0.3	0.233	0.60
3	PV2	1400	1.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.1%	0.0	0.000	0.00
4	PV3	2200	1.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.1%	0.0	0.000	0.00
5	PV3a	2700	1.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.1%	0.0	0.000	0.00
6	PV4	2900	1.5	1.72	0.9	0.9	1.6	2.0	3.45	0.59	0.045	0.1%	0.5	0.998	0.70
7	PV4a	3000	1.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.1%	0.0	0.000	0.00
8	PV5	3100	1.0	0.70	0.8	0.8	1.5	1.3	3.06	0.42	0.045	0.1%	0.4	0.503	0.70
9	PV6	3200	1.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.1%	0.0	0.000	0.00
10	PV7	3400	1.5	1.70	0.9	0.9	1.6	2.0	3.45	0.59	0.045	0.1%	0.5	0.998	0.70
11	PV8	3550	1.0	1.00	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.1%	0.4	0.688	0.70
12	PV9	3750	1.0	1.07	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.1%	0.4	0.688	0.70
13	PV10	3850	1.0	0.48	0.7	0.7	1.3	1.0	2.68	0.37	0.045	0.1%	0.4	0.352	0.60
14	PV11	3950	1.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.1%	0.0	0.000	0.00

Tabel 5.24. Dimensi Saluran Kiri (Lanjutan)

No	Titik	STA	Z Kiri	A hidrologi	b pakai	h pakai	h+w	A hidrolika	P	R	n	is	Vs	Qs	w
				(m2)	(m)	(m)	(m)	(m2)	(m)	(m2)		(%)	(m/s2)	(m3/s)	(m)
15	PV11a	4100	1.0	0.85	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.1%	0.4	0.688	0.70
16	PV12	4150	1.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.1%	0.0	0.000	0.00
17	PV13	4350	1.0	1.06	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.1%	0.4	0.688	0.70
18	PV14	4600	1.0	1.02	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.1%	0.4	0.688	0.70
19	PV15	4850	1.5	1.93	0.9	0.9	1.6	2.0	3.45	0.59	0.045	0.1%	0.5	0.998	0.70
20	PV15a	4900	1.0	0.66	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.1%	0.4	0.688	0.70
21	PV16	5100	1.5	1.66	0.9	0.9	1.6	2.0	3.45	0.59	0.045	0.1%	0.5	0.998	0.70
22	PV17	5200	1.0	0.69	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.1%	0.4	0.688	0.70
23	PV18	5300	1.0	1.07	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.1%	0.4	0.688	0.70
24	PV18a	5350	1.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.1%	0.0	0.000	0.00
25	PV18b	5500	1.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.1%	0.0	0.000	0.00
26	PV19	5550	1.0	0.31	0.8	0.8	1.5	1.3	3.06	0.42	0.045	0.1%	0.4	0.503	0.70
27	PV20	5800	1.0	1.17	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.1%	0.4	0.688	0.70
28	PV21	6000	1.0	0.80	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.1%	0.4	0.688	0.70

Tabel 5.24. Dimensi Saluran Kiri (Lanjutan)

No	Titik	STA	Z Kiri	A hidrologi	b pakai	h pakai	h+w	A hidrolika	P	R	n	is	Vs	Qs	w
				(m2)	(m)	(m)	(m)	(m2)	(m)	(m2)		(%)	(m/s2)	(m3/s)	(m)
29	PV22	6250	1.5	1.86	0.9	0.9	1.6	2.0	3.45	0.59	0.045	0.1%	0.5	0.998	0.70
30	PV23	6300	1.0	0.34	0.6	0.6	1.2	0.7	2.30	0.31	0.045	0.1%	0.3	0.233	0.60
31	PV23	6350	1.0	0.31	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.1%	0.4	0.688	0.70
32	PV24	6450	1.0	1.13	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.1%	0.4	0.688	0.70
33	PV25	6550	1.0	0.85	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.1%	0.4	0.688	0.70
34	PV26	6650	1.0	1.07	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.1%	0.4	0.688	0.70
35	PV27	6700	1.0	0.46	0.7	0.7	1.3	1.0	2.68	0.37	0.045	0.1%	0.4	0.352	0.60
36	PV28	6750	1.0	0.41	0.7	0.7	1.3	1.0	2.68	0.37	0.045	0.1%	0.4	0.352	0.60
37	PV29	6850	1.0	0.68	0.7	0.7	1.3	1.0	2.68	0.37	0.045	0.1%	0.4	0.352	0.60
38	PV30	7100	1.0	1.23	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.1%	0.4	0.688	0.70
39	PV31	7150	1.0	0.69	0.7	0.7	1.3	1.0	2.68	0.37	0.045	0.1%	0.4	0.352	0.60
40	PV32	7250	1.0	0.97	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.1%	0.4	0.688	0.70
41	PV33	7450	1.0	1.29	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.1%	0.4	0.688	0.70
42	PV34	7500	1.0	0.37	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.1%	0.4	0.688	0.70

Tabel 5.24. Dimensi Saluran Kiri (Lanjutan)

No	Titik	STA	Z Kiri	A hidrologi	b pakai	h pakai	h+w	A hidrolika	P	R	n	is	Vs	Qs	w
				(m2)	(m)	(m)	(m)	(m2)	(m)	(m2)		(%)	(m/s2)	(m3/s)	(m)
43	PV34	7750	1.0	1.17	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.1%	0.4	0.688	0.70
44	PV35	7850	1.0	0.42	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.1%	0.4	0.688	0.70
45	PV36	7900	1.0	0.20	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.1%	0.4	0.688	0.70
46	PV37	8150	1.5	1.93	0.9	0.9	1.6	2.0	3.45	0.59	0.045	0.1%	0.5	0.998	0.70
47	PV37a	8200	1.0	0.58	0.7	0.7	1.3	1.0	2.68	0.37	0.045	0.1%	0.4	0.352	0.60
48	PV38	8250	1.0	0.34	0.6	0.6	1.2	0.7	2.30	0.31	0.045	0.1%	0.3	0.233	0.60
49	PV39	8400	1.0	0.74	0.8	0.8	1.5	1.3	3.06	0.42	0.045	0.1%	0.4	0.503	0.70
50	PV40	8450	1.0	0.24	0.6	0.6	1.2	0.7	2.30	0.31	0.045	0.1%	0.3	0.233	0.60
51	PV40	8500	1.0	0.23	0.5	0.5	1.0	0.5	1.91	0.26	0.045	0.1%	0.3	0.144	0.50
52	PV40	8550	1.0	0.22	0.5	0.5	1.0	0.5	1.91	0.26	0.045	0.1%	0.3	0.144	0.50
53	PV41	8700	1.0	1.47	1.0	1.0	1.8	2.0	3.83	0.52	0.045	0.1%	0.5	0.912	0.80
54	PV42	8750	1.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.1%	0.0	0.000	0.00
55	PV42	8900	1.0	0.97	0.8	0.8	1.5	1.3	3.06	0.42	0.045	0.1%	0.4	0.503	0.70
56	PV43	9000	1.0	0.56	0.7	0.7	1.3	1.0	2.68	0.37	0.045	0.1%	0.4	0.352	0.60

Tabel 5.24. Dimensi Saluran Kiri (Lanjutan)

No	Titik	STA	Z Kiri	A hidrologi	b pakai	h pakai	h+w	A hidrolika	P	R	n	is	Vs	Qs	w
				(m2)	(m)	(m)	(m)	(m2)	(m)	(m2)		(%)	(m/s2)	(m3/s)	(m)
57	PV44	9100	1.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.1%	0.0	0.000	0.00
58	PV45	9250	1.0	1.46	1.0	1.0	1.8	2.0	3.83	0.52	0.045	0.1%	0.5	0.912	0.80
59	PV46	9300	1.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.1%	0.0	0.000	0.00
60	PV46	9350	1.0	0.64	0.7	0.7	1.3	1.0	2.68	0.37	0.045	0.1%	0.4	0.352	0.60
61	PV47	9500	1.0	1.23	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.1%	0.4	0.688	0.70
62	PV48	9600	1.0	0.68	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.1%	0.4	0.688	0.70
63	PV49	9800	1.0	1.04	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.1%	0.4	0.688	0.70
64	PV49	9850	1.0	0.25	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.1%	0.4	0.688	0.70
65	PV50	10050	1.5	1.64	0.9	0.9	1.6	2.0	3.45	0.59	0.045	0.1%	0.5	0.998	0.70
66	PV51	10200	1.0	0.94	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.1%	0.4	0.688	0.70
67	PV52	10400	1.5	1.72	0.9	0.9	1.6	2.0	3.45	0.59	0.045	0.1%	0.5	0.998	0.70
68	PV53	10500	1.0	0.70	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.1%	0.4	0.688	0.70
69	PV54	10600	1.0	1.09	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.1%	0.4	0.688	0.70
70	PV54a	10650	1.0	0.06	0.4	0.4	0.9	0.3	1.53	0.21	0.045	0.1%	0.2	0.079	0.50

Tabel 5.24. Dimensi Saluran Kiri (Lanjutan)

No	Titik	STA	Z Kiri	A hidrologi	b pakai	h pakai	h+w	A hidrolika	P	R	n	is	Vs	Qs	w
				(m2)	(m)	(m)	(m)	(m2)	(m)	(m2)		(%)	(m/s2)	(m3/s)	(m)
71	PV55	10700	1.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.1%	0.0	0.000	0.00
72	PV56	10900	1.5	1.69	1.0	1.0	1.8	2.5	3.83	0.65	0.045	0.1%	0.5	1.322	0.80
73	PV56a	11200	1.5	1.58	1.0	1.0	1.8	2.5	3.83	0.65	0.045	0.1%	0.5	1.322	0.80
74	PV57	11250	1.0	0.25	1.0	1.0	1.8	2.0	3.83	0.52	0.045	0.1%	0.5	0.912	0.80
75	PV58	11400	1.0	1.39	1.0	1.0	1.8	2.0	3.83	0.52	0.045	0.1%	0.5	0.912	0.80
76	PV58a	11450	1.0	0.41	0.6	0.6	1.2	0.7	2.30	0.31	0.045	0.1%	0.3	0.233	0.60
77	PV59	11500	1.0	0.37	0.6	0.6	1.2	0.7	2.30	0.31	0.045	0.1%	0.3	0.233	0.60
78	PV59a	11550	1.0	0.34	0.6	0.6	1.2	0.7	2.30	0.31	0.045	0.1%	0.3	0.233	0.60
79	PV60	11600	1.0	0.31	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.1%	0.4	0.688	0.70
80	PV61	11700	1.0	1.11	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.1%	0.4	0.688	0.70
81	PV62	11800	1.0	0.84	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.1%	0.4	0.688	0.70
82	PV63	11900	1.0	1.12	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.1%	0.4	0.688	0.70
83	PV63a	11950	1.0	0.48	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.1%	0.4	0.688	0.70
84	PV64	12050	1.0	1.12	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.1%	0.4	0.688	0.70

Tabel 5.24. Dimensi Saluran Kiri (Lanjutan)

No	Titik	STA	Z Kiri	A hidrologi	b pakai	h pakai	h+w	A hidrolika	P	R	n	is	Vs	Qs	w
				(m2)	(m)	(m)	(m)	(m2)	(m)	(m2)		(%)	(m/s2)	(m3/s)	(m)
85	PV65	12300	1.5	1.61	0.9	0.9	1.6	2.0	3.45	0.59	0.045	0.1%	0.5	0.998	0.70
86	PV66	12450	1.0	1.40	1.0	1.0	1.8	2.0	3.83	0.52	0.045	0.1%	0.5	0.912	0.80
87	PV67	12550	1.0	0.75	0.8	0.8	1.5	1.3	3.06	0.42	0.045	0.1%	0.4	0.503	0.70
88	PV68	12700	1.0	1.42	1.0	1.0	1.8	2.0	3.83	0.52	0.045	0.1%	0.5	0.912	0.80
89	PV69	12850	1.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.1%	0.0	0.000	0.00
90	PV70	13000	1.0	1.39	1.0	1.0	1.8	2.0	3.83	0.52	0.045	0.1%	0.5	0.912	0.80
91	PV70a	13050	1.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.1%	0.0	0.000	0.00
92	PV71	13200	1.0	1.39	1.0	1.0	1.8	2.0	3.83	0.52	0.045	0.1%	0.5	0.912	0.80
93	PV71a	13250	1.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.1%	0.0	0.000	0.00
94	PV72	13400	1.0	0.53	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.1%	0.4	0.688	0.70
95	PV72a	13450	1.0	0.66	0.7	0.7	1.3	1.0	2.68	0.37	0.045	0.1%	0.4	0.352	0.60
96	PV73	13500	1.0	0.55	0.7	0.7	1.3	1.0	2.68	0.37	0.045	0.1%	0.4	0.352	0.60
97	PV74	13650	1.0	0.69	0.7	0.7	1.3	1.0	2.68	0.37	0.045	0.1%	0.4	0.352	0.60
98	PV75	13750	1.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.1%	0.0	0.000	0.00

Tabel 5.24. Dimensi Saluran Kiri (Lanjutan)

No	Titik	STA	Z Kiri	A hidrologi	b pakai	h pakai	h+w	A hidrolika	P	R	n	is	Vs	Qs	w
				(m ²)	(m)	(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m ²)		(%)	(m/s ²)	(m ³ /s)	(m)
99	PV76	13800	1.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.1%	0.0	0.000	0.00
100	PV76	13850	1.0	0.22	0.9	0.9	1.6	1.6	3.45	0.47	0.045	0.1%	0.4	0.688	0.70
101	PV77	13950	1.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.1%	0.0	0.000	0.00
102	PV78	14100	1.0	1.42	1.0	1.0	1.8	2.0	3.83	0.52	0.045	0.1%	0.5	0.912	0.80
103	PV79	14200	1.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.1%	0.0	0.000	0.00
104	PV79a	14300	1.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.1%	0.0	0.000	0.00
105	PV80	14350	1.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.045	0.1%	0.0	0.000	0.00

5.6.2. Analisa Hidrolika

Perencanaan hidrolika harus lebih besar dari perencanaan hidrologi, karena dimensi saluran yang direncanakan harus mampu menampung debit yang ada. Untuk mengecek dimensi saluran yang direncanakan sudah baik atau tidak dapat mengecek perhitungan debit (Q) dan kecepatan (v). Q saluran harus lebih besar dari Q rencana, dan v saluran tidak boleh lebih dari v yang diijinkan.

Dimensi Saluran

- Saluran Kanan
- Luas penampang basah (A)

$$A = Q / v$$

$$= 1.11 / 0.5$$

$$= 2.22 \text{ m}^2$$
- Kemiringan talud 1:1.5
Untuk Q bernilai $0.75 - 15 \text{ m}^3/\text{dt}$ (Tabel 2.35)
- Asumsi $b=h$, maka nilai h:

$$A = h(b+zh)$$

$$A = h(h+1.5h)$$

$$A = 2.5 h^2$$

$$2.22 = 2.5 \times h^2$$

$$h = 0.94 \text{ m} \sim 1 \text{ m}$$

$$b = 1 \text{ m}$$
- Hitung kembali A

$$A = 2.5 h^2$$

$$= 2.5 \times 1^2$$

$$= 2.5 \text{ m}^2$$
- $P = b + 2h \sqrt{2}$

$$= 1 + 2 \times 1 \sqrt{2}$$

$$= 3.83 \text{ m}$$

- $R = \frac{A}{P}$
 $= \frac{2.5}{3.83}$
 $= 0.65 \text{ m}^2$
- $n = 0.045$ (Koefisien *Manning*, **Tabel 2.36**)
- $i \text{ saluran} = 0.1\%$ (**Tabel 2.33**)
- $V_s = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$
 $= \frac{1}{0.040} \times 0.65^{\frac{2}{3}} \times 0.001^{\frac{1}{2}}$
 $= 0.5 \text{ m/dt}$
- $Q_s = V_s \times A$
 $= 0.5 \times 2.5$
 $= 1.322 \text{ m}^3/\text{dt}$
- Cek V saluran tidak boleh $> V$ ijin
 $V \text{ saluran} = 0.5 \text{ m/detik}$
 $V \text{ ijin} = 0.5 \text{ m/detik} \dots \text{OK}$
- Cek Q hidolika $> Q$ hidrologi
 $Q \text{ hidrolika} = 1.322 \text{ m}^3/\text{dt}$
 $Q \text{ hidrologi} = 1.110 \text{ m}^3/\text{dt} \dots \text{OK}$
- Tinggi Jagaan (W)
 $W = \frac{0.5 \times h}{0.5 \times 1}$
 $= 0.71 \text{ m}$
 $h = 1 \text{ m} + 0.71 \text{ m}$
 $= 1.7 \text{ m}$
 Jadi dimensi saluran yang digunakan, $b = 1 \text{ m}$ dan $h = 1.7 \text{ m}$.

- Saluran Kiri
- Luas penampang basah (A)

$$A = Q / v$$

$$= 1.12 / 0.5$$

$$= 2.24 \text{ m}^2$$
- Kemiringan talud 1:1.5
Untuk Q bernilai $0.75 - 15 \text{ m}^3/\text{dt}$ (**Tabel 2.35**)
- Asumsi $b=h$, maka nilai h:

$$A = h(b+zh)$$

$$A = h(h+1.5h)$$

$$A = 2.5 h^2$$

$$2.24 = 2.5 \times h^2$$

$$h = 0.95 \text{ m} \sim 1 \text{ m}$$

$$b = 1 \text{ m}$$

Hitung kembali A

$$A = 2.5 h^2$$

$$= 2.5 \times 1^2$$

$$= 2.5 \text{ m}^2$$
- $P = b + 2h \sqrt{2}$

$$= 1 + 2 \times 1 \sqrt{2}$$

$$= 3.83 \text{ m}$$
- $R = \frac{A}{P}$

$$= \frac{2.5}{3.83}$$

$$= 0.65 \text{ m}^2$$
- $n = 0.045$ (**Tabel 2.36**)
- $i \text{ saluran} = 0.1\%$ (**Tabel 2.33**)

- $$V_s = \frac{1}{n} x R^{\frac{2}{3}} x S^{\frac{1}{2}}$$

$$= \frac{1}{0.040} x 0.65^{\frac{2}{3}} x 0.001^{\frac{1}{2}}$$

$$= 0.5 \text{ m/dt}$$
- $$Q_s = V_s x A$$

$$= 0.5 x 2.5$$

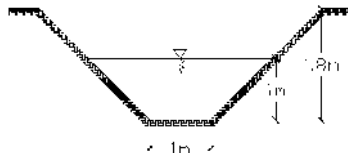
$$= 1.322 \text{ m}^3/\text{dt}$$
- Cek V saluran tidak boleh > V ijin
V saluran = 0.5 m/detik
V ijin = 0.5 m/detik.....**OK**
- Cek Q hidolika > Q hidrologi
Q hidrolika = 1.322 m³/dt
Q hidrologi = 1.120 m³/dt.....**OK**
- Tinggi Jagaan (W)

$$W = \frac{0.5 x h}{0.5 x 1}$$

$$= 0.71 \text{ m}$$

h = 1 m + 0.71 m
= 1.7 m ~ 1.8 m

Jadi dimensi saluran yang digunakan, b= 1m dan h= 1.8 m. Hasil perhitungan dimensi lainnya pada **Tabel 5.23** dan **Tabel 5.24**.



Gambar 5.9. Penampang saluran drainase (PV1)

5.7. Rencana Anggaran Biaya

5.7.1. Pekerjaan Jalan

Tujuan dari rencana anggaran biaya adalah untuk mengetahui besarnya biaya yang dikeluarkan untuk proyek jalan Ruas Panggul- Munjungan STA 0+000 s/d 14+556. Berikut in terdapat volume pekerjaan untuk perhitungan recana anggaran jalan tersebut, antara lain:

Pekerjaan Tanah & Pekerjaan Drainase

- Pekerjaan pembersihan jalan
- Pekerjaan galian
- Pekerjaan timbunan

Pekerjaan Lapis Pondasi

- Pekerjaan lapis pondasi atas dengan agregat kelas A (CBR 100%)
- Pekerjaan lapis pondasi bawah dengan sirtu kelas A (CBR 70%)

Pekerjaan Pengaspalan

- Pekerjaan lapis resap pengikat (*prime coat*)
- Pekerjaan lapis perekat (*take coat*)
- Pekerjaan lapis permukaan beton aspal (*Asphalt Concrete*)

Pekerjaan Minor

- Pemasangan marka jalan (tengah)
- Pemasangan marka jalan (tepi)
- Pemasangan patok kilometer

5.7.2. Volume Pekerjaan

Pekerjaan Tanah

Volume pekerjaan tanah terdiri atas galian dan timbunan. Perhitungan volume diambil setiap interval jarak 500 m. Perhitungan luas penampang melintang galian dan timbunan menggunakan bantuan *software autocad*.

- Pembersihan dan Pembongkaran
Berikut ini perhitungan volume pekerjaan pembersihan lahan :

Lebar jalan	= 3.5 m x 2 = 7 m
Lebar bahu	= 1.5 m x 2 = 3 m
Lebar saluran tepi kiri	= 1.0 m x 1 = 1 m
Lebar saluran tepi kanan	= 1.0 m x 1 = 1 m
Lebar total	= 12 m
Voume keseluruhan	= 14556 m x 12 m
	= 174672 m ²
- Galian Tanah
Volume galian dihitung menggunakan *software autocad*. Berikut ini **Tabel 5.25**. terdapat hasil perhitungan galian.

Tabel 5.25. Volume Galian

STA	Jarak	Luas Galian	Volume Galian
	(m)	(m ²)	(m ³)
0+000	500	36,29	18143,88
0+500	500	23,25	11625,75
1+000	500	4,31	2155,88
1+500	500	0,00	0,00
2+000	500	0,00	0,00
2+500	500	8,12	4059,88
3+000	500	60,26	30131,45
3+500	500	193,58	96790,45
4+000	500	327,24	163620,78
4+500	500	252,30	126148,20
5+000	500	66,49	33246,30
5+500	500	20,13	10063,75
6+000	500	151,83	75917,38
6+500	500	245,03	122514,88
7+000	500	141,74	70871,25
7+500	500	174,90	87451,03
8+000	500	147,17	73585,65
8+500	500	111,16	55581,50
9+000	500	217,15	108575,43
9+500	500	364,43	182212,53
10+000	500	264,05	132027,18
10+500	500	33,61	16804,40
11+000	500	187,19	93595,43
11+500	500	206,42	103208,85
12+000	500	152,16	76080,30

Tabel 5.25. Volume Galian (Lanjutan)

STA	Jarak	Luas Galian	Volume Galian
	(m)	(m ²)	(m ³)
13+000	500	280,64	140318,48
13+500	500	203,39	101694,20
14+000	500	231,84	115919,43
14+500	500	152,64	76318,70
Total Volume Galian (m3)			2259704

Sumber: Hasil Perhitungan

- Timbunan Tanah
Volume timbunan dihitung menggunakan *software autocad*. Berikut ini **Tabel 5.26.** terdapat hasil perhitungan timbunan.

Tabel 5.26. Volume Timbunan

STA	Jarak	Luas Timbunan	Volume Timbunan
	(m)	(m ²)	(m ³)
0+000	500,00	0,00	0,00
0+500	500,00	1,42	778,28
1+000	500,00	27,65	15207,67
1+500	500,00	63,43	34889,00
2+000	500,00	68,10	37456,62
2+500	500,00	39,02	21462,87
3+000	500,00	8,12	4465,86
3+500	500,00	0,00	0,00
4+000	500,00	0,00	0,00
4+500	500,00	0,00	0,00

Tabel 5.26. Volume Timbunan (Lanjutan)

STA	Jarak	Luas Timbunan	Volume Timbunan
	(m)	(m ²)	(m ³)
5+500	500	26,69	14677,44
6+000	500	4,02	2210,81
6+500	500	0,40	220,91
7+000	500	6,03	3315,90
7+500	500	6,03	3315,90
8+000	500	14,13	7772,33
8+500	500	14,13	7772,33
9+000	500	0,00	0,00
9+500	500	0,00	0,00
10+000	500	13,69	7532,06
10+500	500	15,54	8548,46
11+000	500	1,85	1016,40
11+500	500	0,56	308,36
12+000	500	0,56	308,36
12+500	500	0,00	0,00
13+000	500	0,00	0,00
13+500	500	0,00	0,00
14+00	500	0,00	0,00
14+500	500	0,00	0,00
Total Volume Galian Timbunan			183947

Sumber: Hasil Perhitungan

Pekerjaan Lapis Pondasi

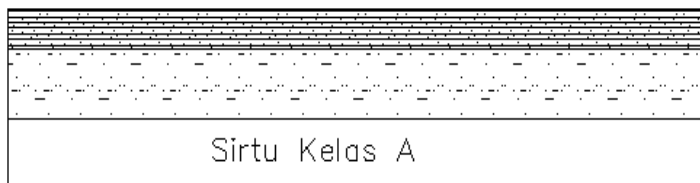
- Pekerjaan lapis pondasi atas dengan agregat kelas A (CBR 100%), volume agregat kelas A dengan tebal 0.1524 m. Seperti pada gambar berikut:



Gambar 5.10. Ilustrasi Tebal Lapis Pondasi Atas

Lebar = 3.5 m
 Tebal = 0.1524 m (tebal minimum)
 Panjang = 14556 m
 Volume = $2 \times (14556 \times 3.5 \times 0.1524)$
 = 15528.34 m³

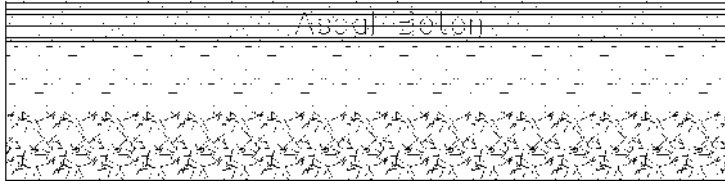
- Pekerjaan lapis pondasi bawah dengan agregat kelas A (CBR 100%), volume agregat kelas A dengan tebal 0.1524 m. Seperti pada gambar berikut:



Gambar 5.11. Ilustrasi Tebal Lapis Pondasi Bawah

Pekerjaan Pengaspalan

- Perhitungan volume pekerjaan lapis permukaan beton aspal (*Asphalt Concrete*) dengan tebal seperti gambar berikut:



Gambar 5.12. Ilustrasi Tebal Lapis Permukaan Aspal Beton

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar} &= 3.5 \text{ m} \\
 \text{Tebal} &= 0.0889 \text{ m (tebal minimum)} \\
 \text{Panjang} &= 14556 \text{ m} \\
 \text{Volume} &= 2 \times 14556 \times 3.5 \times 0.0889 \\
 &= 9058.20 \text{ m}^3 \\
 \text{Berat aspal} &= \text{volume} \times \text{berat jenis aspal} \\
 &= 9058.20 \text{ m}^3 \times 2.2 \text{ ton/ m}^3 \\
 &= 19928.04 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

- Pekerjaan lapis perekat dengan *Tack Coat* dihitung berdasarkan data- data berikut ini:

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar} &= 3.5 \text{ m} \\
 \text{Panjang} &= 14556 \text{ m} \\
 \text{Kebutuhan } 1 \text{ m}^2 \text{ tack coat} &\text{ adalah } 0.4 \text{ liter (sesuai dengan Spesifikasi Umum 2010 (revisi 2) PU Bina Marga)} \\
 \text{Volume} &= 2 \times 3.5 \times 14556 \times 0.4 \\
 &= 40756.8 \text{ liter/ m}^2
 \end{aligned}$$

- Pekerjaan lapis resap pengikat dengan *prime coat* dihitung berdasarkan data- data berikut:
 Lebar = 3.5 m
 Panjang = 14556 m
 Kebutuhan 1 m² *prime coat* adalah 1.2 liter (sesuai dengan Spesifikasi Umum 2010 (revisi 2) PU Bina Marga)
 Volume = $2 \times 3.5 \times 14556 \times 1.2$
 = 40756.8 liter/ m²
 = 122270.4 liter/ m²

Pekerjaan Minor

- Pemasangan marka jalan putus- putus (tengah)
 Lebar = 0.12 m
 Panjang = 14556 m
 Volume = $0.375 \times 0.12 \times 14556$
 = 665.02 m²
- Pemasangan marka jalan *solid* (tepi)
 Lebar = 0.12 m
 Panjang = 14556 m
 Volume = $2 \times 0.12 \times 14556$
 = 3493.44 m²
- Pemasangan patok kilometer setiap jarak 1 km, untuk ruas jalan Panggul - Munjungan diperlukan 14 patok kilometer.
- Pemasangan patok hektometer setiap jarak 100 meter, sehingga dibutuhkan 146 patok hektometer.

5.7.3. Harga Satuan Dasar

Harga satuan dasar yang digunakan adalah Analisa Harga Satuan Provinsi Jawa Timur, Kabupaten Trenggalek tahun 2013. Untuk harga satuan dasar upah, bahan, dan sewa alat perlu di kalikan dengan nilai inflasi dari tahun 2013 sampai 2016 sebesar $i = 1.09\%$.

Berikut ini tabel harga satuan dasar.

Tabel 5.27. Harga Satuan Upah

No	Uraian	Kode	Satuan	Harga Satuan	Inflasi (i)	Harga Satuan
				(Rp)		(Rp)
1	Pekerja	(L01)	Jam	5554.57	1.09%	5615.18
2	Tukang	(L02)	Jam	7678.36	1.09%	7762.15
3	Mandor	(L03)	Jam	9142.93	1.09%	9242.70
4	Operator	(L04)	Jam	9282.14	1.09%	9383.43
5	Pembantu Operator	(L05)	Jam	7440.00	1.09%	7521.19
6	Sopir/ Driver	(L06)	Jam	9217.86	1.09%	9318.45
7	Pembantu Sopir/ Driver	(L07)	Jam	7388.57	1.09%	7469.20
8	Mekanik	(L08)	Jam	9364.14	1.09%	9466.33
9	Pembantu Mekanik	(L09)	Jam	7505.60	1.09%	7587.51
10	Kepala Tukang	(L10)	Jam	9199.74	1.09%	9300.13

Sumber: Hasil Perhitungan Harga Satuan Dasar Kab. Trenggalek 2016

Tabel 5.28. Harga Satuan Bahan

No	Uraian	Kode	Satuan	Harga Satuan	Inflasi	Harga Satuan	Keterangan
				(Rp)	(%)	(Rp)	
1	Pasir Pasang (Sedang)	M01b	M3	160000	1.09%	161746	Base Camp
2	Pasir Beton (Kasar)	M01a	M3	187500	1.09%	189546	Base Camp
3	Pasir Halus (untuk HRS)	M01c	M3	135000	1.09%	136473	Base Camp
4	Pasir Urug (ada unsur lempung)	M01d	M3	187500	1.09%	189546	Base Camp
5	Batu Kali	M02	M3	170900	1.09%	172765	Lokasi Pekerjaan
6	Agregat Kasar	M03	M3	244784	1.09%	247456	Base Camp
7	Agregat Halus	M04	M3	244784	1.09%	247456	Base Camp
8	Filler	M05	Kg	550	1.09%	556	Proses/Base Camp
9	Batu Belah / Kerakal	M06	M3	234900	1.09%	237463	Lokasi Pekerjaan
10	Gravel	M07	M3	268900	1.09%	271834	Base Camp
11	Bahan Tanah Timbunan	M08	M3	39000	1.09%	39426	Borrow Pit/quarry
12	Bahan Pilihan	M09	M3	62275	1.09%	62955	Quarry
13	Aspal	M10	KG	8176	1.09%	8265	Base Camp
14	Kerosen / Minyak Tanah	M11	LITER	9500	1.09%	9604	Base Camp
15	Semen / PC (50kg)	M12	Zak	55250	1.09%	55853	Base Camp
16	Semen / PC (kg)	M12	Kg	1105	1.09%	1117	Base Camp
17	Besi Beton	M13	Kg	9196	1.09%	9296	Lokasi Pekerjaan
18	Kawat Beton	M14	Kg	12500	1.09%	12636	Lokasi Pekerjaan
19	Kawat Bronjong	M15	Kg	17100	1.09%	17287	Lokasi Pekerjaan
20	Sirtu	M16	M3	147300	1.09%	148907	Lokasi Pekerjaan
21	Cat Marka (Non Thermoplas)	M17a	Kg	0	1.09%	0	Lokasi Pekerjaan
22	Cat Marka (Thermoplastic)	M17b	Kg	31000	1.09%	31338	Lokasi Pekerjaan

Tabel 5.28. Harga Satuan Bahan (Lanjutan)

No	Uraian	Kode	Satuan	Harga Satuan	Inflasi	Harga Satuan	Keterangan
				(Rp)	(%)	(Rp)	
23	P a k u	M18	Kg	16000	1.09%	16175	Lokasi Pekerjaan
24	Kayu Perancah	M19	M3	1725000	1.09%	1743825	Lokasi Pekerjaan
25	B e n s i n	M20	LITER	9240	1.09%	9341	Pertamina
26	S o l a r	M21	LITER	9240	1.09%	9341	Pertamina
27	Minyak Pelumas / Olie	M22	LITER	21500	1.09%	21735	Pertamina
28	Plastik Filter	M23	M2	18000	1.09%	18196	Lokasi Pekerjaan
29	Pipa Galvanis Dia. 1.6"	M24	Batang	86800	1.09%	87747	Lokasi Pekerjaan
30	Pipa Porus	M25	M'	44600	1.09%	45087	Lokasi Pekerjaan
31	Bahan Agr.Base Kelas A	M26	M3	231328.5274	1.09%	233853	Base Camp
32	Bahan Agr.Base Kelas B	M27	M3	207425.4629	1.09%	209689	Base Camp
33	Bahan Agr.Base Kelas C	M28	M3	246959.0713	1.09%	249654	Base Camp
34	Bahan Agr.Base Kelas C2	M29	M3	0	1.09%	0	Tidak tersedia
35	Geotextile	M30	M2	98000	1.09%	99069	Lokasi Pekerjaan
36	Aspal Emulsi	M31	Kg	10600	1.09%	10716	Base Camp
37	Gebalan Rumput	M32	M2	63000	1.09%	63688	Lokasi Pekerjaan
38	Thinner	M33	LITER	23000	1.09%	23251	Lokasi Pekerjaan
39	Glass Bead	M34	Kg	23000	1.09%	23251	Lokasi Pekerjaan
40	Pelat Rambu (Eng. Grade)	M35a	BH	225668	1.09%	228131	Lokasi Pekerjaan
41	Pelat Rambu (High I. Grade)	M35b	BH	277571.64	1.09%	280601	Lokasi Pekerjaan
42	Rel Pengaman	M36	M'	885968	1.09%	895636	Lokasi Pekerjaan
43	Beton K-250	M37	M3	1410343.423	1.09%	1425734	Lokasi Pekerjaan
44	Baja Tulangan (Polos) U24	M39a	Kg	9252	1.09%	9353	Lokasi Pekerjaan

Tabel 5.28. Harga Satuan Bahan (Lanjutan)

No	Uraian	Kode	Satuan	Harga Satuan	Inflasi (%)	Harga Satuan	Keterangan
				(Rp)		(Rp)	
45	Baja Tulangan (Ulir) D32	M39b	Kg	8804	1.09%	8900	Lokasi Pekerjaan
46	Kapur	M40	M3	139402	1.09%	140923	Hasil Proses
47	Chipping	M41	M3	244784.7747	1.09%	247456	Base Camp
48	Chipping (kg)	M41kg	Kg	129.8730766	1.09%	131	Base Camp
49	Cat	M42	Kg	17800	1.09%	17994	Base Camp
50	Pemantul Cahaya (Reflector)	M43	Bh.	12600	1.09%	12738	Base Camp
51	Pasir Urug	M44	M3	112700	1.09%	113930	Base Camp
52	Arbocell	M45	Kg.	32000	1.09%	32349	Base Camp
53	Baja Bergelombang	M46	Kg	12500	1.09%	12636	Lokasi Pekerjaan
54	Beton K-125	M47	M3	902130.8693	1.09%	911976	Lokasi Pekerjaan
55	Baja Struktur	M48	Kg	15000	1.09%	15164	Pelabuhan terdekat
56	Tiang Pancang Baja	M49	M'	25247.37	1.09%	25523	Lokasi Pekerjaan
57	Tiang Pancang Beton Pratekan	M50	M3	423957.93	1.09%	428585	Pelabuhan terdekat
58	Kawat Las	M51	Dos	122000	1.09%	123331	Lokasi Pekerjaan
59	Pipa Baja	M52	Kg	15000	1.09%	15164	Pelabuhan terdekat
60	Minyak Fluks	M53	Liter	28000	1.09%	28306	Base Camp
61	Bunker Oil	M54	Liter	3000	1.09%	3033	Base Camp
62	Asbuton Halus	M55	Ton	325000	1.09%	328547	Base Camp
63	Baja Prategang	M56	Kg	21500	1.09%	21735	Base Camp
64	Baja Tulangan (Polos) U32	M57a	Kg	10179	1.09%	10290	Lokasi Pekerjaan
65	Baja Tulangan (Ulir) D39	M39c	Kg	7973	1.09%	8060	Lokasi Pekerjaan
66	Baja Tulangan (Ulir) D48	M39d	Kg	9473	1.09%	9576	Lokasi Pekerjaan

Tabel 5.28. Harga Satuan Bahan (Lanjutan)

No	Uraian	Kode	Satuan	Harga Satuan	Inflasi	Harga Satuan	Keterangan
				(Rp)	(%)	(Rp)	
67	PCI Girder L=17m	M58a	Buah	44871750	1.09%	45361429	Pelabuhan terdekat
68	PCI Girder L=21m	M58b	Buah	60637500	1.09%	61299229	Pelabuhan terdekat
69	PCI Girder L=26m	M58c	Buah	93648555	1.09%	94670529	Pelabuhan terdekat
70	PCI Girder L=32m	M58d	Buah	163721250	1.09%	165507917	Pelabuhan terdekat
71	PCI Girder L=36m	M58e	Buah	220914540	1.09%	223325349	Pelabuhan terdekat
72	PCI Girder L=41m	M58f	Buah	238911750	1.09%	241518961	Pelabuhan terdekat
73	Beton K-300	M59	M3	1469880.798	1.09%	1485921	Lokasi Pekerjaan
74	Beton K-175	M60	M3	1015878.004	1.09%	1026964	Lokasi Pekerjaan
75	Cerucuk	M61	M	11500	1.09%	11625	
76	Elastomer	M62	buah	2500000	1.09%	2527282	
77	Bahan pengawet: kreosot	M63	liter	68000	1.09%	68742	
78	Mata Kucing	M64	buah	100000	1.09%	101091	
79	Anchorage	M65	buah	1290000	1.09%	1304078	
80	Anti strpping agent	M66	Kg	46000	1.09%	46502	
81	Bahan Modifikasi	M67	Kg	10000	1.09%	10109	
82	Beton K-500	M68	M3	2030960.975	1.09%	2053125	
83	Beton K-400	M69	M3	1901413.379	1.09%	1922163	
84	Ducting (Kabel prestress)	M70	M'	125000	1.09%	126364	
85	Ducting (Strand prestress)	M71	M'	121000	1.09%	122320	
86	Beton K-350	M72	M3	1846785.889	1.09%	1866940	
87	Multipleks 12 mm	M73	Lbr	117000	1.09%	118277	
88	Elastomer jenis 1	M74a	buah	2300000	1.09%	2325100	Base Camp

Tabel 5.28. Harga Satuan Bahan (Lanjutan)

No	Uraian	Kode	Satuan	Harga Satuan	Inflasi (%)	Harga Satuan	Keterangan
				(Rp)		(Rp)	
89	Elastomer jenis 2	M74b	buah	2400000	1.09%	2426191	Base Camp
90	Elastomer jenis 3	M74c	buah	2500000	1.09%	2527282	Base Camp
91	Expansion Tipe Joint Asphaltic Plug	M75d	M	1200000	1.09%	1213095	Base Camp
92	Expansion Join Tipe Rubber	M75e	M	1500000	1.09%	1516369	Base Camp
93	Expansion Join Baja Siku	M75f	M	1400000	1.09%	1415278	Base Camp
94	Marmer	M76	Buah	395000	1.09%	399311	Base Camp
95	Kerb Type A	M77	Buah	70800	1.09%	71573	Base Camp
96	Paving Block	M78	Buah	1600	1.09%	1617	Lokasi Pekerjaan
97	Mini Timber Pile	M79	Buah	121000	1.09%	122320	Lokasi Pekerjaan
98	Expansion Joint Tipe Torma	M80	M1	143000	1.09%	144561	Lokasi Pekerjaan
99	Strip Bearing	M81	Buah	165000	1.09%	166801	Lokasi Pekerjaan
100	Joint Socket Pile 35x35	M82	Set	168000	1.09%	169833	Lokasi Pekerjaan
101	Joint Socket Pile 16x16x16	M83	Set	105000	1.09%	106146	Lokasi Pekerjaan
102	Mikro Pile 16x16x16	M84	M1	105000	1.09%	106146	Lokasi Pekerjaan
103	Matras Concrete	M85	Buah	163000	1.09%	164779	Lokasi Pekerjaan
104	Assetilline	M86	Botol	250000	1.09%	252728	Lokasi Pekerjaan
105	Oxygen	M87	Botol	22500	1.09%	22746	Lokasi Pekerjaan
106	Batu Bara	M88	Kg	725	1.09%	733	Lokasi Pekerjaan
107	Pipa Galvanis Dia 3"	M24a	M	35667	1.09%	36056	
108	Pipa Galvanis Dia 1,5"	M24b	M	30667	1.09%	31002	
109	Agregat Pecah Mesin 0-5 mm	M91	M3	244784.7747	1.09%	247456	Base Camp
110	Agregat Pecah Mesin 5-10 & 10-20 mm	M92	M3	244784.7747	1.09%	247456	Base Camp

Tabel 5.28. Harga Satuan Bahan (Lanjutan)

No	Uraian	Kode	Satuan	Harga Satuan	Inflasi	Harga Satuan	Keterangan
				(Rp)	(%)	(Rp)	
111	Agregat Pecah Mesin 20-30 mm	M93	M3	244784.7747	1.09%	247456	Base Camp
112	Joint Sealent	M94	Kg	60500	1.09%	61160	
113	Cat Anti Karat	M95	Kg	67000	1.09%	67731	
114	Expansion Cap	M96	M2	0	1.09%	0	
115	Polytene 125 mikron	M97	Kg	127000	1.09%	128386	
116	Curing Compound	M98	Ltr	0	1.09%	0	
117	Kayu Acuan	M99	M3	1725000	1.09%	1743825	
118	Additive	M67a	Ltr	95000	1.09%	96037	
119	Casing	M100	Kg	104000	1.09%	105135	
120	Pasir Tailing		M3	132000	1.09%	133440	Base Camp
121	Polimer		M1	126500	1.09%	127880	Base Camp
122	Batubara		kg	725	1.09%	733	Base Camp
123	Kerb jenis 1		Buah	64500	1.09%	65204	
124	Kerb jenis 2		Buah	64500	1.09%	65204	
125	Kerb jenis 3		Buah	64500	1.09%	65204	
126	Bahan Modifikasi		Kg	10830	1.09%	10948	
127	Aditif anti pengelupasan		Kg	121500	1.09%	122826	
128	Bahan Pengisi (Filler) Tambahan		Kg	1050	1.09%	1061	
129	Asbuton yang diproses		Kg	10830	1.09%	10948	
130	Elastomer Alam		Kg	10830	1.09%	10948	
131	Elastomer Sintesis		Kg	10830	1.09%	10948	
132	Mortar		M3	270000	1.09%	272946	

Sumber: Hasil Perhitungan Harga Satuan Dasar Bahan Kab. Trenggalek 2013

Tabel 5.29. Harga Satuan Sewa Alat

No	Uraian Alat	Kode	HP	Kapasitas		Harga Alat	Biaya sewa alat/ jam
						(Rp)	(di luar PPN)
1	ASPHALT MIXING PLANT	E01	294	60	T/Jam	2265250000	4629777
2	ASPHALT FINISHER	E02	72.4	10	Ton	2329000000	200892
3	ASPHALT SPRAYER	E03	4	850	Liter	88250000	38503
4	BULLDOZER 100-150 HP	E04	155	-	-	1015000000	408950
5	COMPRESSOR 4000-6500 L/M	E05	60	5000	CPM/(L/m)	0	136410
6	CONCRETE MIXER 0.3-0.6 M3	E06	20	500	Liter	1479000000	47212
7	CRANE 10-15 TON	E07	138	15	Ton	610450000	319564
8	DUMP TRUCK 3.5 TON	E08	100	3.5	Ton	2363000000	186626
9	DUMP TRUCK 10 TON	E09	190	10	Ton	922250000	264859
10	EXCAVATOR 80-140 HP	E10	133	0.93	M3	1131000000	313738
11	FLAT BED TRUCK 3-4 M3	E11	190	10	ton	348000000	193469
12	GENERATOR SET	E12	180	135	KVA	395250000	322877
13	MOTOR GRADER >100 HP	E13	135	10800	-	1105000000	376083
14	TRACK LOADER 75-100 HP	E14	70	0.8	M3	495900000	208446
15	WHEEL LOADER 1.0-1.6 M3	E15	96	1.5	M3	1020000000	360645
16	THREE WHEEL ROLLER 6-8 T	E16	55	8	Ton	297250000	127638
17	TANDEM ROLLER 6-8 T.	E17	82	8.1	Ton	1105000000	181648
18	TIRE ROLLER 8-10 T.	E18	100.5	9	Ton	1062500000	191064
19	VIBRATORY ROLLER 5-8 T.	E19	82	7.05	Ton	1912500000	260288
20	CONCRETE VIBRATOR	E20	5.5	25	-	10150000	21555
21	STONE CRUSHER	E21	220	50	T/Jam	1398250000	591022

Tabel 5.29. Harga Satuan Sewa Alat (Lanjutan)

No	Uraian Alat	Kode	HP	Kapasitas		Harga Alat	Biaya sewa alat/ jam
						(Rp)	(di luar PPN)
22	WATER PUMP 70-100 mm	E22	6	-	-	28091650	23401
23	WATER TANKER 3000-4500 L.	E23	100	4000	Liter	136000000	163715
24	PEDESTRIAN ROLLER	E24	8.8	835	Ton	17400000	23784
25	TAMPER	E25	4.7	121	Ton	0	14953
26	JACK HAMMER	E26	0	1330	-	58000000	20969
27	FULVI MIXER	E27	345	2005	-	0	147798
28	CONCRETE PUMP	E28	100	8	M3	456750000	229878
29	TRAILER 20 TON	E29	175	20	Ton	746300000	385212
30	PILE DRIVER + HAMMER	E30	25	2.5	Ton	174000000	78699
31	CRANE ON TRACK 35 TON	E31	125	35	Ton	1126650000	275740
32	WELDING SET	E32	40	250	Amp	39150000	38531
33	BORE PILE MACHINE	E33	150	2000	Meter	7238400000	1735961
34	ASPHALT LIQUID MIXER	E34	5	1000	Liter	0	143550
35	TRONTON	E35	150	15	Ton	435000000	366276
36	COLD MILLING	E36	248	1000	m	2235500000	1566816
37	ROCK DRILL BREAKER	E37	3	-	-	0	19581
38	COLD RECYCLER	E38	900	2200	M	11815000000	3838162
39	HOT RECYCLER	E39	400	3	M	0	514680
40	AGGREGAT (CHIP) SPREADER	E40	115	3.5	M	0	191934
41	ASPHALT DISTRIBUTOR	E41	115	4000	Liter	435000000	257997
42	SLIP FORM PAVER	E42	105	2.5	M	0	146140
43	CONCRETE PAN MIXER	E43	134	600	Liter	0	221172

Tabel 5.29. Harga Satuan Sewa Alat (Lanjutan)

No	Uraian Alat	Kode	HP	Kapasitas		Harga Alat	Biaya sewa alat/ jam
						(Rp)	(di luar PPN)
44	CONCRETE BREAKER	E44	290	20	m3/jam	0	377258
45	ASPAHLT TANKER	E45	190	4000	liter	72500000	286998
46	CEMENT TANKER	E46	190	4000	liter	0	245085
47	CONDRETE MIXER (350)	E47	20	350	liter	72500000	59570
48	VIBRATING RAMMER	E48	4.2	80	KG	18850000	24158
49	TRUK MIXER (AGITATOR)	E49	220	5	M3	147900000	316348
50	BORE PILE MACHINE	E50	125	60	CM	7194900000	2192853
51	CRANE ON TRACK 75-100 TON	E51	200	75	Ton	1200600000	531825
52	BLENDING EQUIPMENT	E52	50	30	Ton	0	84664
53	ASPHALT LIQUID MIXER	E34a	40	20000	Liter	0	57692
54	Chain sow						57721

Sumber: Hasil Perhitungan Harga Satuan Dasar Sewa Alat Kab. Trenggalek 2013

5.7.4. Analisa Harga Satuan Pokok Kegiatan

Analisa harga satuan pokok kegiatan terdiri dari beberapa pekerjaan, seperti pada tabel berikut:

Tabel 5.30. Rekapitulasi Analisa Harga Satuan Pokok Kegiatan

GALIAN TANAH BIASA (m3)						
No	Komponen	Kode	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan	Jumlah Harga
					(Rp)	(Rp)
A.	Tenaga					
1	Pekerja	(L01)	Jam	0.02176	5.615.18	120.89
2	Mandor	(L03)	Jam	0.01088	9.242.70	99.50
JUMLAH HARGA TENAGA						220.39
B.	Bahan					
JUMLAH HARGA BAHAN						0.00
C.	Peralatan					
1	Excavator	(E10)	Jam	0.0109	313.737.82	3414.17
2	Dump Truck	(E08)	Jam	0.1960	186.626.06	36572.79
3	Alat bantu		Ls	1	0.00	0.00
JUMLAH HARGA PERALATAN						39986.96
D.	Jumlah harga tenaga, bahan, dan peralatan (A+B+C)					40207.344
E.	Overhead & Profit	10% x D				4020.734
F.	Harga satuan pekerjaan (D+E)					44228.079

URUGAN TANAH BIASA (m3)						
No	Komponen	Kode	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan	Jumlah Harga
					(Rp)	(Rp)
A.	Tenaga					
1	Pekerja	(L01)	Jam	0.04030	5.615.18	226.32
2	Mandor	(L02)	Jam	0.01008	9.242.70	93.13
JUMLAH HARGA TENAGA						319.45
B.	Bahan					
JUMLAH HARGA BAHAN						0.00
C.	Peralatan					
1	Excavator	(E10)	Jam	0.0101	313.737.82	3161.27
2	Dump Truck	(E08)	Jam	0.2497	186.626.06	46607.83
4	Motor Grader	(E13)	Jam	0.0037	376.082.83	1406.29
5	Vibro Roller	(E19)	Jam	0.0042	260.287.82	1088.89
6	Water tank truck	(E23)	Jam	0.0070	163.715.06	1150.61
7	Alat bantu		Ls	1	0.00	0.00
JUMLAH HARGA PERALATAN						53414.89
D.	Jumlah harga tenaga, bahan, dan peralatan (A+B+C)					53734.340
E.	Overhead & Profit	10% x D				5373.434
F.	Harga satuan pekerjaan (D+E)					59107.774

LAPIS PONDASI ATAS BATU PECAH KELAS A						
No	Komponen	Kode	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan	Jumlah Harga
					(Rp)	(Rp)
A.	Tenaga					
1	Pekerja	(L01)	Jam	0.05947	5.615.18	333.92
2	Mandor	(L02)	Jam	0.00850	9.242.70	78.52
JUMLAH HARGA TENAGA						412.43
B.	Bahan					
1	Agregat A	M26	M3	1.258609272	233.852.98	294329.533
JUMLAH HARGA BAHAN						294.329.53
C.	Peralatan					
1	Wheel Loader	(E15)	Jam	0.0085	360.645.37	3063.76
2	Dump Truck	(E08)	Jam	0.2544	186.626.06	47483.15
4	Motor Grader	(E13)	Jam	0.0043	376.082.83	1601.91
5	Tandem Roller	(E17)	Jam	0.0134	181.647.90	2431.70
6	Water Tanker	(E23)	Jam	0.0141	163.715.06	2301.22
7	Alat Bantu		Ls	1	0.00	0.00
JUMLAH HARGA PERALATAN						56881.74
D.	Jumlah harga tenaga, bahan, dan peralatan (A+B+C)					351623.707
E.	Overhead & Profit	10% x D				35162.371
F.	Harga satuan pekerjaan (D+E)					386786.077

LAPIS PONDASI BAWAH KELAS B (SIRTU KELAS A)						
No	Komponen	Kode	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan	Jumlah Harga
					(Rp)	(Rp)
A.	Tenaga					
1	Pekerja	(L01)	Jam	0.05947	5.615.18	333.92
2	Mandor	(L02)	Jam	0.00850	9.242.70	78.52
JUMLAH HARGA TENAGA						412.43
B.	Bahan					
1	Agregat B	M27	M3	1.258609272	209.689.07	263916.605
JUMLAH HARGA BAHAN						263.916.61
C.	Peralatan					
1	Wheel Loader	(E15)	Jam	0.0085	360.645.37	3063.76
2	Dump Truck	(E08)	Jam	0.2452	186.626.06	45766.89
4	Motor Grader	(E13)	Jam	0.0043	376.082.83	1601.91
Tandem Roller		(E17)	Jam	0.0054	181.647.90	972.68
5	Water Tanker	(E23)	Jam	0.0141	163.715.06	2301.22
6	Alat Bantu		Ls	1	0.00	0.00
JUMLAH HARGA PERALATAN						53706.46
D.	Jumlah harga tenaga, bahan, dan peralatan (A+B+C)					318035.501
E.	Overhead & Profit	10% x D				31803.550
F.	Harga satuan pekerjaan (D+E)					349839.051

LAPIS PERMUKAAN (LASTON)						
No	Komponen	Kode	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan	Jumlah Harga
					(Rp)	(Rp)
A.	Tenaga					
1	Pekerja	(L01)	Jam	5554.56857	5.615.18	1.115.38
2	Mandor	(L02)	Jam	9142.92857	9.242.70	183.59
JUMLAH HARGA TENAGA						1.298.97
B.	Bahan					
1	Agr 5-10 & 10-20	(M92)	M3	0.330528169	247.456.08	81791.20
2	Agr 0-5	(M91)	M3	0.321019108	247.456.08	79438.12
JUMLAH HARGA BAHAN						161.229.33
C.	Peralatan					
1	Wheel Loader	E15	Jam	0.0096	360.645.37	3451.87
2	AMP	E01	Jam	0.0201	4.629.777.18	92967.41
3	Genset	E12	Jam	0.0201	322.877.22	6483.48
4	Dump Truck	E08	Jam	0.4797	186.626.06	89533.19
5	Asp. Finisher	E02	Jam	0.0137	200.891.64	2759.97
6	Tandem Roller	E17	Jam	0.0135	181.647.90	2456.59
7	P. Tyre Roller	E18	Jam	0.0058	191.063.54	1108.64
8	Alat Bantu		Ls	1	0.00	0.00
JUMLAH HARGA PERALATAN						198761.15
D.	Jumlah harga tenaga, bahan, dan peralatan (A+B+C)					361289.448
E.	Overhead & Profit	10% x D				36128.945
F.	Harga satuan pekerjaan (D+E)					397418.393

LAPISAN PEREKAT (ASPAL CAIR)						
No	Komponen	Kode	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan	Jumlah Harga
					(Rp)	(Rp)
A.	Tenaga					
1	Pekerja	(L01)	Jam	0.00208	5.615.18	11.70
2	Mandor	(L03)	Jam	0.00042	9.242.70	3.85
JUMLAH HARGA TENAGA						15.55
B.	Bahan					
1	Aspal	(M10)	Kg	0.8169	8.265.38	6751.93
2	Kerosene	(M11)	liter	0.2369	9.603.67	2275.11
JUMLAH HARGA BAHAN						9.027.04
C.	Peralatan					
1	Asp. Distributor	E41	Jam	0.0002	257.997.28	53.75
2	Compressor	E05	Jam	0.0002	136.409.55	28.42
JUMLAH HARGA PERALATAN						82.17
D.	Jumlah harga tenaga, bahan, dan peralatan (A+B+C)					9124.761
E.	Overhead & Profit	10% x D				912.476
F.	Harga satuan pekerjaan (D+E)					10037.237

LAPISAN RESAP (ASPAL CAIR)						
No	Komponen	Kode	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan	Jumlah Harga
					(Rp)	(Rp)
A.	Tenaga					
1	Pekerja	(L01)	Jam	0.00208	5.615.18	11.70
2	Mandor	(L03)	Jam	0.00042	9.242.70	3.85
JUMLAH HARGA TENAGA						15.55
B.	Bahan					
1	Aspal	(M10)	Kg	0.5941	8.265.38	4910.50
2	Kerosene	(M11)	liter	0.4532	9.603.67	4352.38
JUMLAH HARGA BAHAN						9.262.88
C.	Peralatan					
1	Asp. Distributor	E41	Jam	0.0002	257.997.28	53.75
2	Compressor	E05	Jam	0.0002	136.409.55	28.42
JUMLAH HARGA PERALATAN						82.17
D.	Jumlah harga tenaga, bahan, dan peralatan (A+B+C)					9360.599
E.	Overhead & Profit	10% x D				936.060
F.	Harga satuan pekerjaan (D+E)					10296.659

MARKA JALAN (TERMOPLASTIK)						
No	Komponen	Kode	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan	Jumlah Harga
					(Rp)	(Rp)
A.	Tenaga					
1	Pekerja	(L01)	Jam	0.60000	5.615.18	3.369.11
2	Tukang	(L02)	Jam	0.22500	7.762.15	1.746.48
3	Mandor	(L03)	Jam	0.07500	9.242.70	693.20
JUMLAH HARGA TENAGA						5.808.80
B.	Bahan					
1	Cat Marka	M17b	Kg	1.9500	31.338.30	61109.68
2	Thinner	M33	Liter	1.0500	23.251.00	24413.55
3	Blass Bit	M34	Kg	0.4500	23.251.00	10462.95
JUMLAH HARGA BAHAN						95.986.18
C.	Peralatan					
1	Asp. Distributor	E05	Jam	0.0750	136.409.55	10230.72
2	Compressor	E08	Jam	0.0750	186.626.06	13996.95
3	Alat bantu		Jam	1.0000	0.00	0.00
JUMLAH HARGA PERALATAN						24227.67
D.	Jumlah harga tenaga, bahan, dan peralatan (A+B+C)					126022.644
E.	Overhead & Profit	10% x D				12602.264
F.	Harga satuan pekerjaan (D+E)					138624.909

PATOK KILOMETER						
No	Komponen	Kode	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan	Jumlah Harga
					(Rp)	(Rp)
A.	Tenaga					
1	Pekerja Biasa	(L01)	Jam	0.65965	5.554.57	3.664.08
2	Tukang	(L02)	Jam	0.26386	7.678.36	2.026.02
3	Mandor	(L03)	Jam	0.13193	9.142.93	1.206.23
JUMLAH HARGA TENAGA						6.896.32
B.	Bahan					
1	Beton K-175	(M60)	M3	0.1512	1.015.878.00	153600.75
2	Baja Tulangan	M33	Kg	18.9000	8.804.00	166395.60
3	Cat, dan material lainnya	M34	Ls	1.0000	50.000.00	50000.00
JUMLAH HARGA BAHAN						369.996.35
C.	Peralatan					
1	Dump Truck	E08	Jam	0.1319	184.611.42	24355.83
2	Alat Bantu		Ls	1.0000	0.00	0.00
JUMLAH HARGA PERALATAN						24355.83
D.	Jumlah harga tenaga, bahan, dan peralatan (A+B+C)					401248.508
E.	Overhead & Profit	10% x D				40124.851
F.	Harga satuan pekerjaan (D+E)					441373.359

PATOK HEKTOMETER						
No	Komponen	Kode	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan	Jumlah Harga
					(Rp)	(Rp)
A.	Tenaga					
1	Pekerja Biasa	(L01)	Jam	0.65965	5.554.57	3.664.08
2	Tukang	(L02)	Jam	0.26386	7.678.36	2.026.02
3	Mandor	(L03)	Jam	0.13193	9.142.93	1.206.23
JUMLAH HARGA TENAGA						6.896.32
B.	Bahan					
1	Beton K-175	(M60)	M3	0.0630	1.015.878.00	64000.31
2	Baja Tulangan	(M39)	Kg	7.8750	8.804.00	69331.50
3	Cat, dan material lainnya		Ls	1.0000	20.000.00	20000.00
JUMLAH HARGA BAHAN						153.331.81
C.	Peralatan					
1	Dump Truck	E08	Jam	0.1319	184.611.42	24355.83
2	Alat Bantu		Ls	1.0000	0.00	0.00
JUMLAH HARGA PERALATAN						24355.83
D.	Jumlah harga tenaga, bahan, dan peralatan (A+B+C)					184583.968
E.	Overhead & Profit	10% x D				18458.397
F.	Harga satuan pekerjaan (D+E)					203042.365

Sumber: Analisa HSPK Kabupaten Trenggalek Kecamatan Munjungan Tahun 2013

5.7.5. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

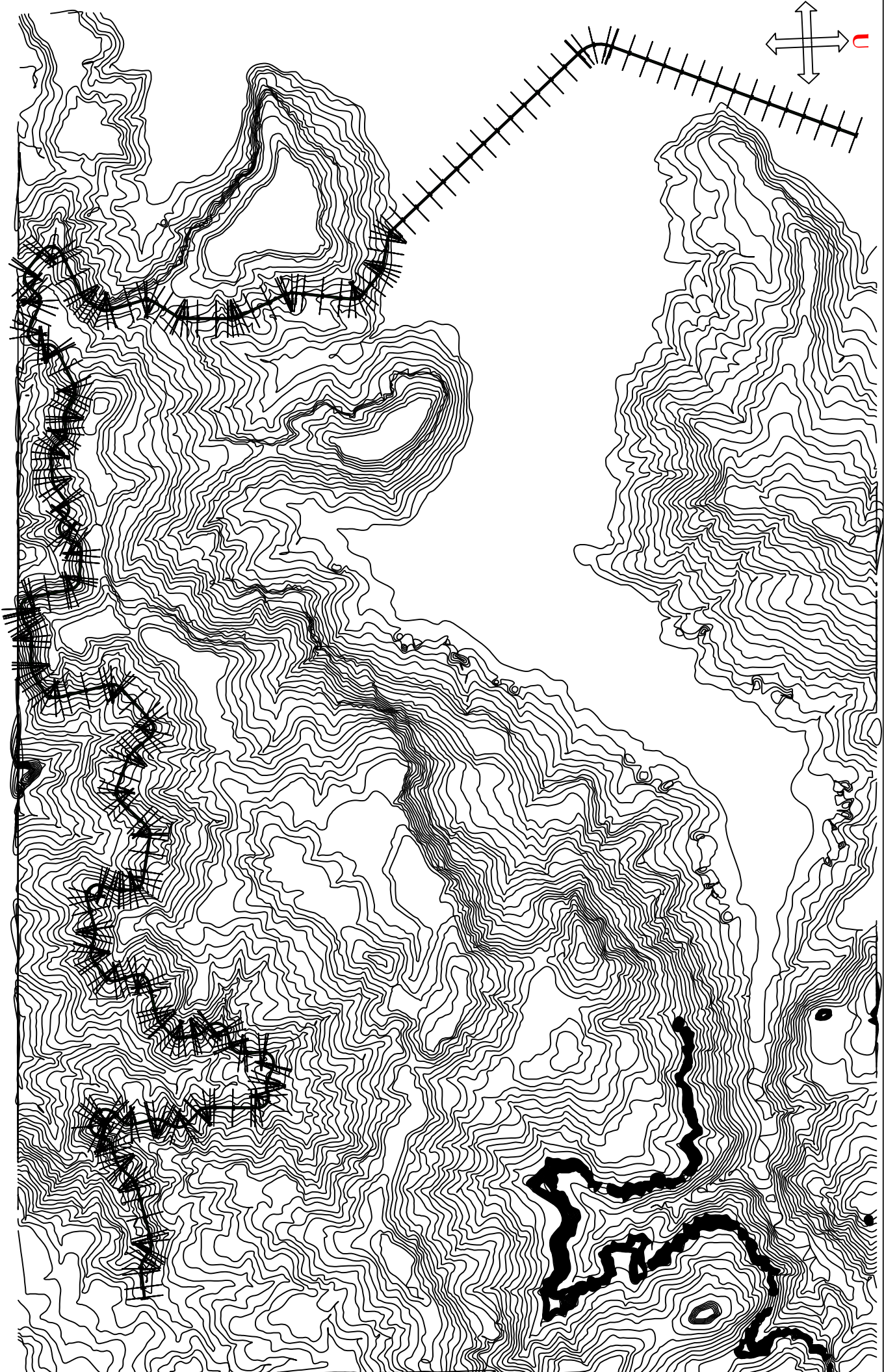
Rekapitulasi biaya proyek jalan Panggul- Desa Sobo tercantum dalam tabel berikut:

Tabel 5.31. Rekapitulasi Anggaran Biaya

No	Jenis Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total Harga Satuan
				(Rp)	(Rp)
1	Pekerjaan Tanah				
1.1	Pembersihan Lahan	27090462.72	m2	14168.30	Rp383825859216.901
1.2	Galian Tanah Biasa	2.259.704	m3	44228.08	Rp99942346136.314
1.3	Timbunan Tanah Biasa	183.947	m3	59107.77409	Rp10872701267.558
2	Pekerjaan Lapis Pondasi				
2.1	Pekerjaan Lapis Pondasi Atas Agregat Kelas A (CBR 100%)	15528.3408	m3	386786.08	Rp6006146025.167
2.2	Pekerjaan Lapis Pondasi Bawah Agregat Kelas A (CBR 70%)	15528.3408	m3	349839.05	Rp5432420009.162
3	Pekerjaan Pengaspalan				
3.1	Lapis Resap Pengikat (Prime Coat)	9058.1988	m3	10296.66	Rp93269183.978
3.2	Lapis Perekat (Tack Coat)	9058.1988	m3	10037.24	Rp90919291.782
3.3	Lapis Permukaan (Laston)	9058.1988	m3	397418.39	Rp3599894810.045
4	Pekerjaan Minor				
4.1	Marka Jalan (tengah)	655.02	m2	138624.91	Rp90802087.771
4.2	Marka Jalan (tepi)	3493.44	m2	138624.91	Rp484277801.446
4.2	Patok Kilometer	14	buah	441373.36	Rp6179227.026
4.3	Patok Hektometer	146	buah	203042.37	Rp29644185.30
Jumlah					Rp510.474.459.242
PPN 10%					Rp 51.047.445.924
Total					Rp 561.521.905.167
Dibulatkan					Rp 561.600.000.000

Sumber: Hasil Perhitungan

LAMPIRAN



TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR
PERENCANAAN GEOMETRIK DAN TEBAL
PERKERASAN RUAS JALAN PANGGUL - DESA
SOBO PROYEK JALUR LINTAS SELATAN (JLS),
PROVINSI JAWA TIMUR.

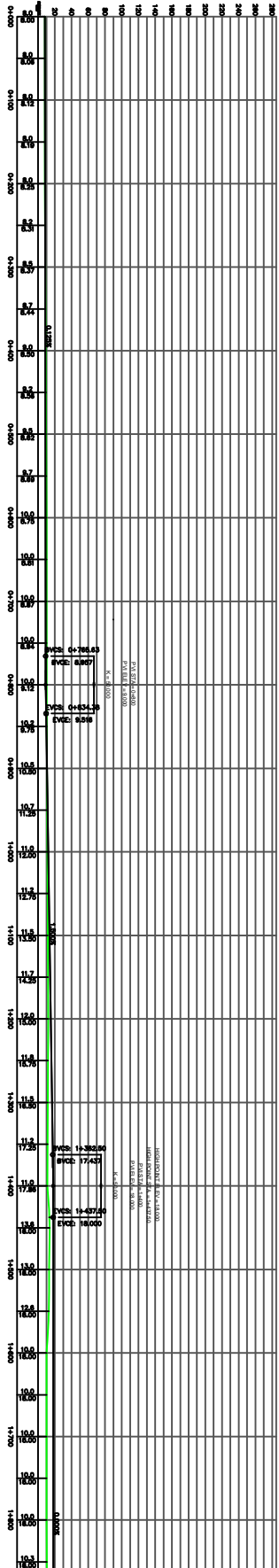
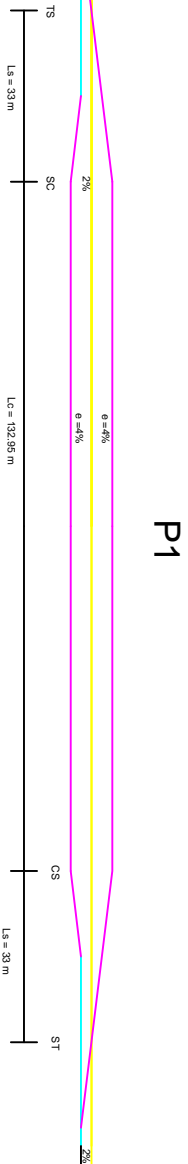
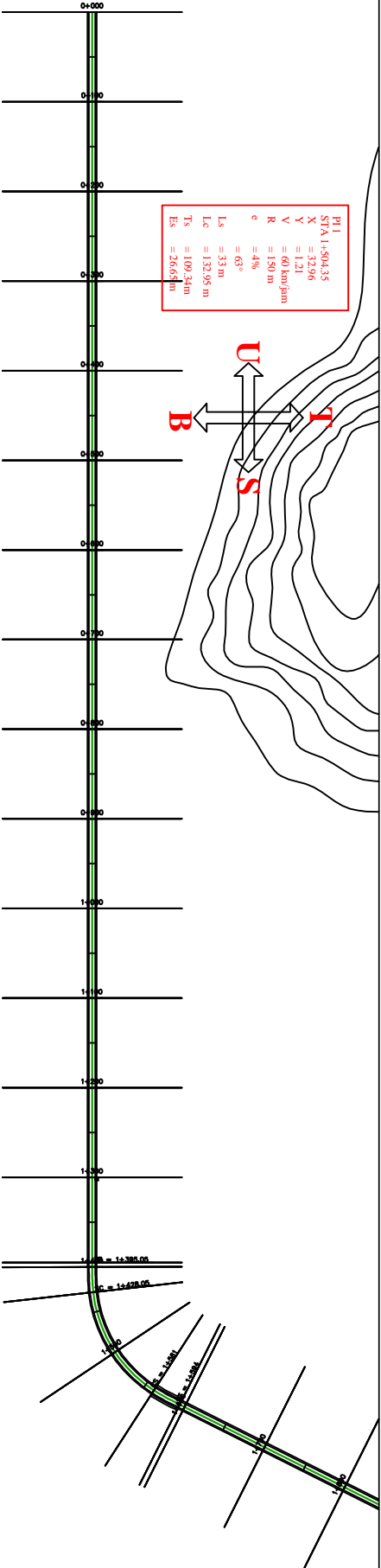
NAMA / NRP MAHASISWA
FARADINDA
PRABANDINI/
3114105004

DOSEN PEMBIMBING 1
Ir. WAHUU HERLIANTO, MT.
DOSEN PEMBIMBING 2

JUDUL GAMBAR
LAYOUT

SKALA
1:2000
NO. LEMBAR
JML. LEMBAR

TTD



TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

PERENCANAAN GEOMETRIK DAN TEBAL
PERKERASAN RUMAH PANGGUL - DESA
SOBO PROYEK JALUR LINTAS SELATAN (JLS),
PROVINSI JAWA TIMUR.

FARADINDA
PRABANDINI/
3114105004

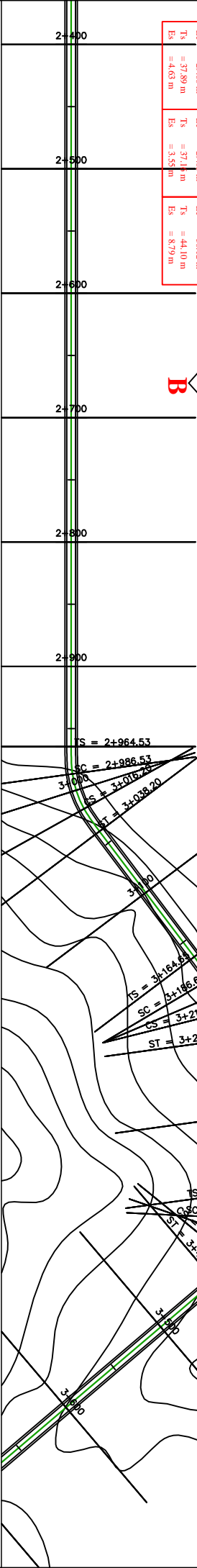
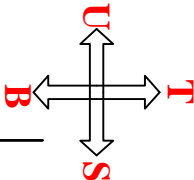
DOSEN PEMBIMBING 1
I. WAHUU HERUWITO, MT.
DOSEN PEMBIMBING 2

PLAN
SUPERELEVASI
POT. MEMANJANG

SKALA
1:5000
NO. LEMBAR
JML. LEMBAR

TTD

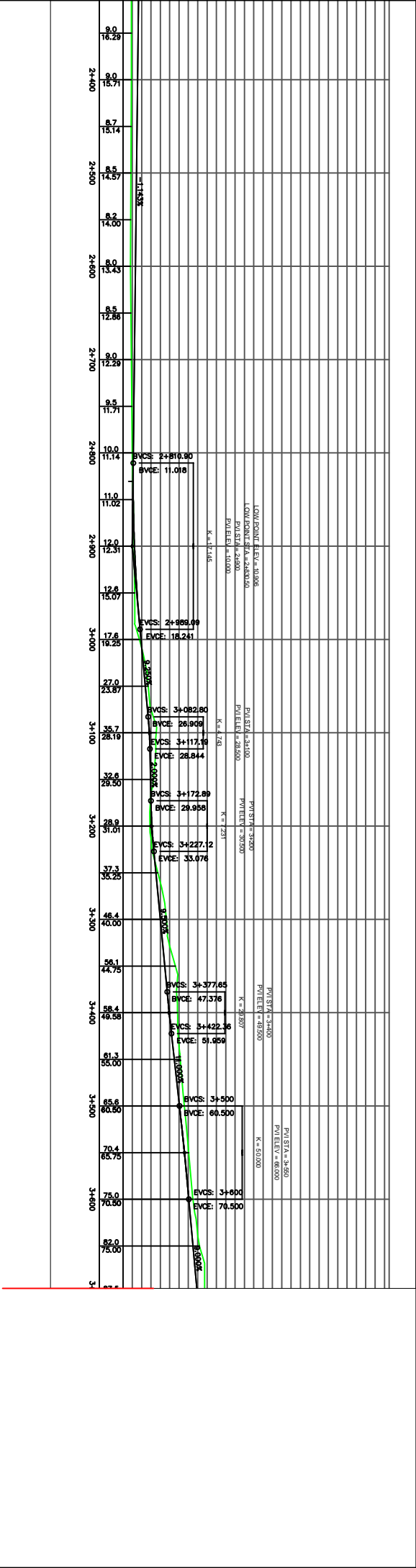
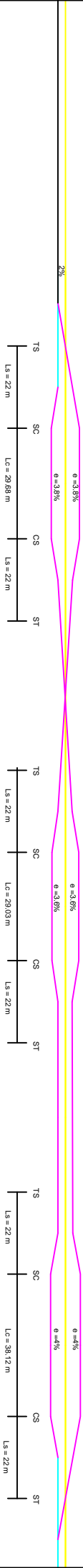
P2	P3	P4
STA 3+002.58	STA 3+201.98	STA 3+405.23
X = 21.96	X = 21.97	X = 21.93
Y = 1.01	Y = 0.81	Y = 1.34
V = 40 km/jam	V = 40 km/jam	V = 40 km/jam
R = 80 m	R = 100 m	R = 60 m
e = 3.8%	e = 3.6%	e = 4%
c = 37°	e = 29°	e = 57°
Ls = 22 m	Ls = 22 m	Ls = 22 m
Lc = 29.68 m	Lc = 29.00 m	Lc = 38.12 m
Ts = 37.89 m	Ts = 37.18 m	Ts = 44.10 m
Es = 4.63 m	Es = 3.58 m	Es = 8.79 m



P2

P3

P4



TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

PERENCANAAN GEOMETRIK DAN TEBAL
PERKERASAN JALAN PANGGUL - DESA
SOBO PROYEK JALUR LINTAS SELATAN (JLS),
PROVINSI JAWA TIMUR.

FARADINDA
PRABANDINI/
3114105004

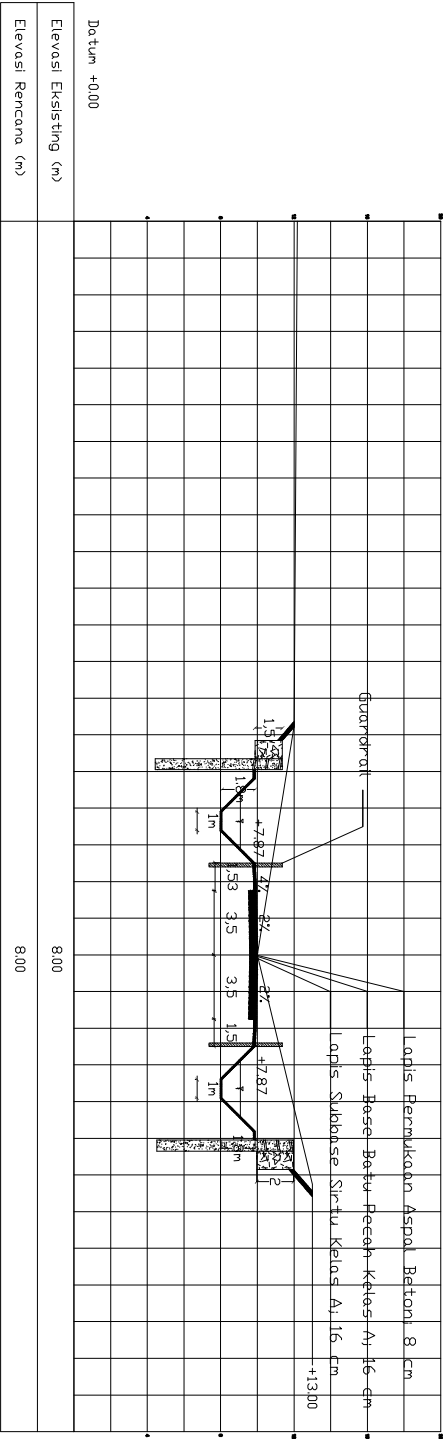
DOSEN PEMBIMBING 1
Ii. WAHUU HERUANTO, MT.
DOSEN PEMBIMBING 2

PLAN
SUPERELEVASI
POT. MEMANJANG

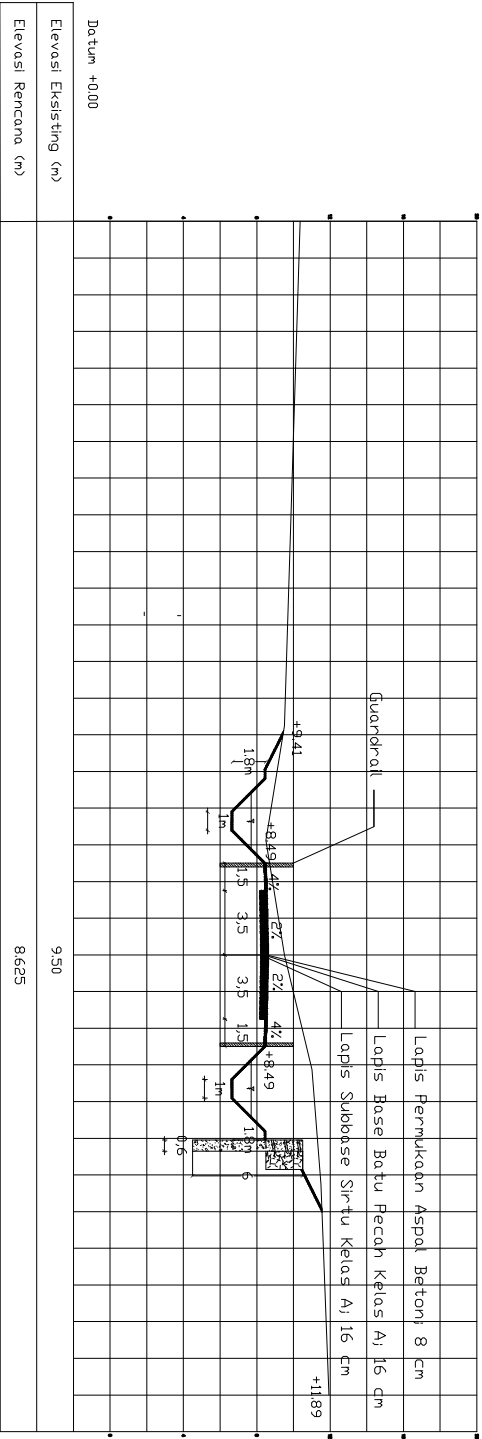
SKALA
1:5000
NO. LEMBAR
JML. LEMBAR

TTD

STA 0+000



STA 0+500



*Satuan dalam meter



TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

PERENCANAAN GEOMETRIK DAN TEBAL PERKERASAN RUAS JALAN PANGGUL- DESA SOBO PROYEK JALUR LINTAS SELATAN (JLS), PROVINSI JAWA TIMUR.

FARADINDA PRABANDINI
/3114105004

JUDUL TUGAS AKHIR

NAMA / NRP MAHASISWA

DOSEN PEMBIMBING 1

JUDUL GAMBAR

SKALA

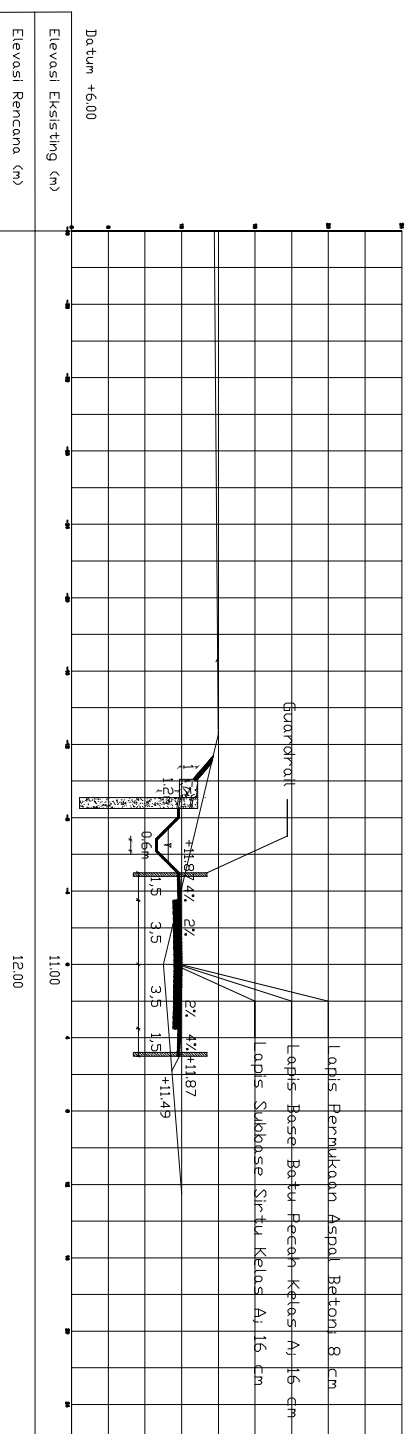
TTD

Ir. WAHUU HERLANTO, MT.
DOSEN PEMBIMBING 2

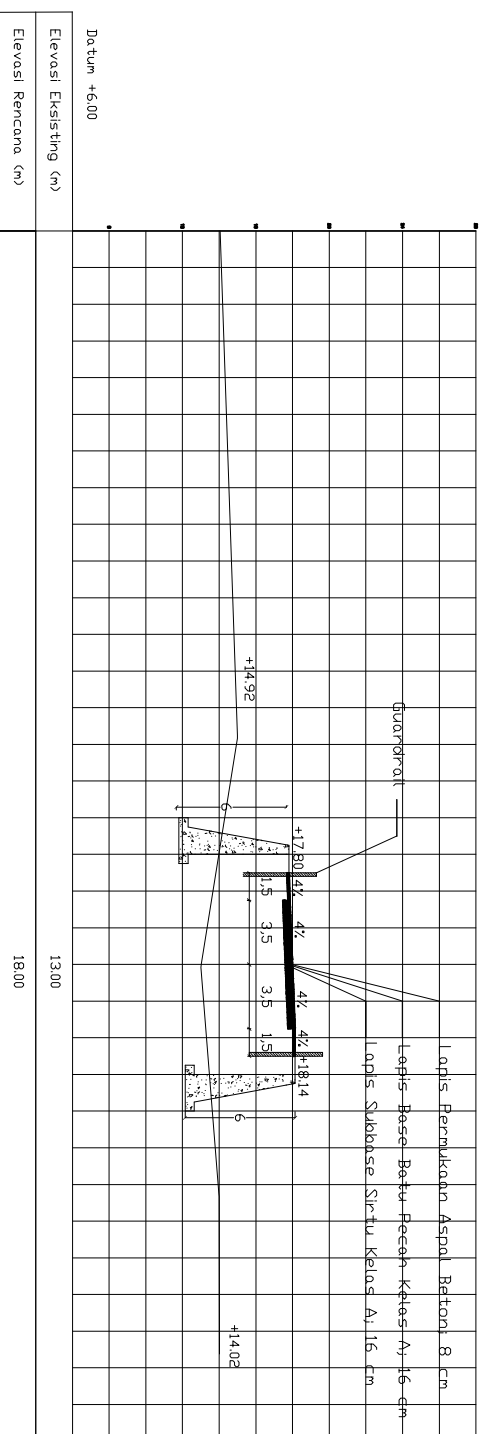
CROSS SECTION

1:400
NO. LEMBAR

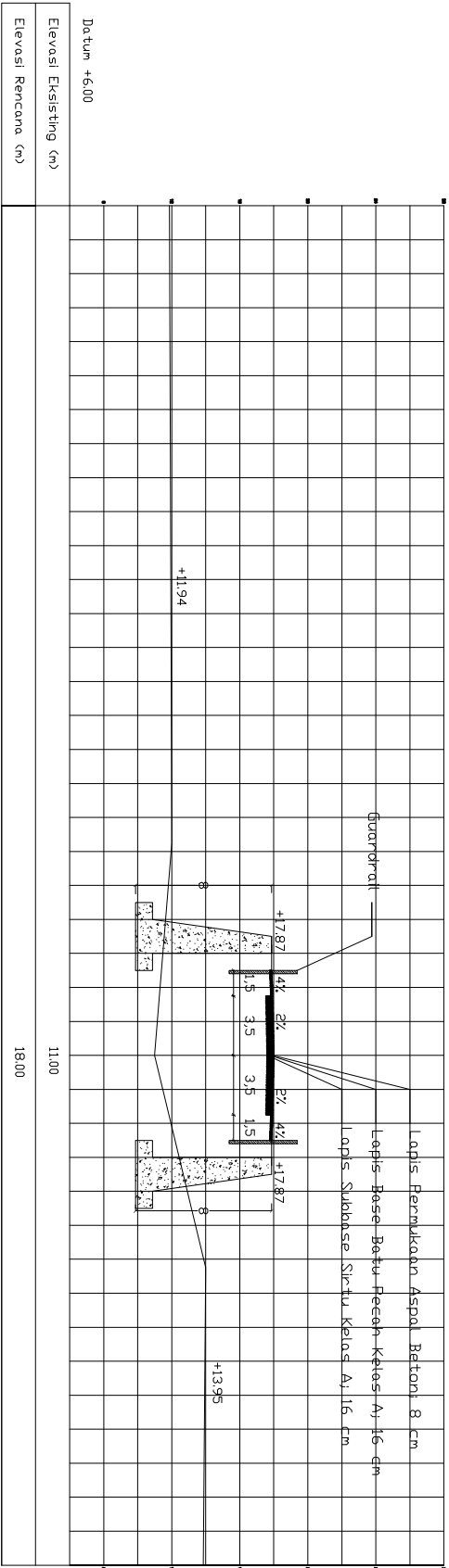
STA 1+000



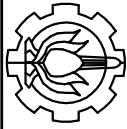
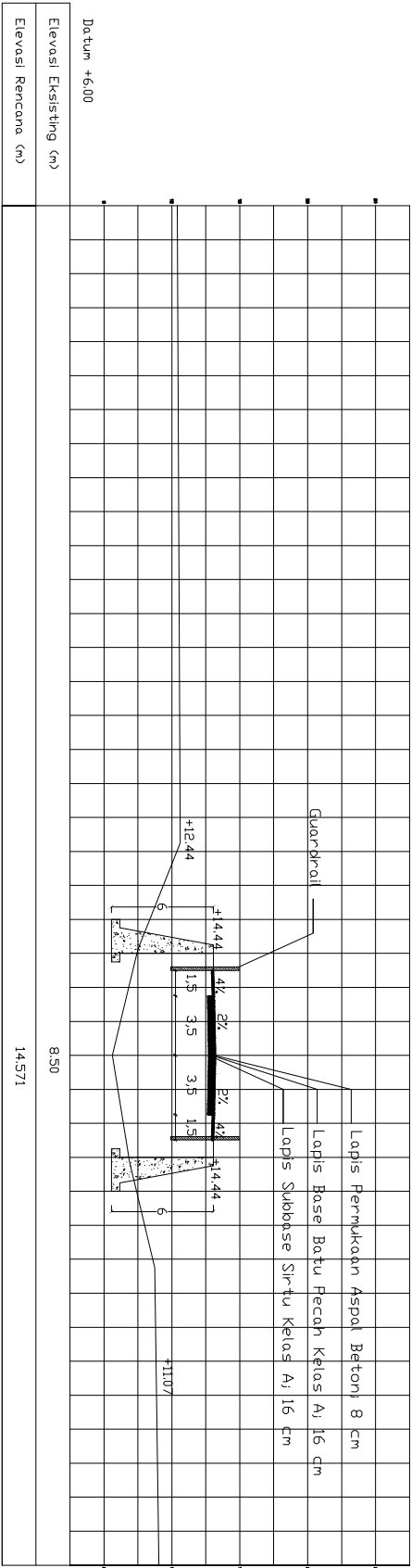
STA 1+500



STA 2+000



STA 2+500



TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR
PERENCANAAN GEOMETRIK DAN TEBAL
PERKERASAN RUAS JALAN PANGGUL- DESA
SOBO PROYEK JALUR LINTAS SELATAN (JLS),
PROVINSI JAWA TIMUR.

NAMA / NRP MAHASISWA
FARADINDA
PRABANDINI
/3114105004

DOSEN PEMBIMBING 1
Ir. WAHJU HERLANTO, MT.
DOSEN PEMBIMBING 2

JUDUL GAMBAR
CROSS SECTION

SKALA
1:400
NO. LEMBAR

TTD

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari pembahasan yang dilakukan dalam tugas akhir diatas adalah sebagai berikut :

Hasil perencanaan jalan akses , yaitu:

1. Trip Assignment

- Prosentase volume kendaraan yang melewati jalan baru sebesar 43% sedangkan jalan eksisting 57%.
- Perencanaan jalan dengan menggunakan tipe 2/2 TT layak digunakan sampai 10 tahun ke depan di tahun 2026, karena nilai derajat kejenuhan (DS) tidak > 0.8 , yaitu:

Rute 1 (jalan eksisting) = 0.402

Rute 2 (jalan baru) = 0.215

2. Jalan direncanakan dengan tipe 2/2 TT, dengan dimensi:

- Lebar lajur = 3.5 meter
- Lebar jalur = 3.5 meter
- Lebar bahu = 1.5 meter
- Kecepatan rencana = 40 km/jam s/d
60 km/jam
- Alinemen horizontal = 60 tikungan tipe SCS
- Alinemen vertikal = 39 PV (cekung)
41 PV (cembung)
- Superelevasi maksimum = 10%

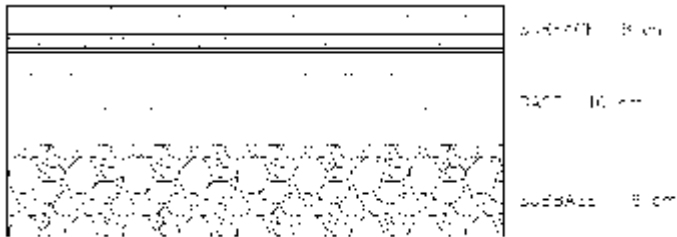
3. Perkerasan Jalan

Bukit

- Lapis Permukaan = 8 cm (LASTON)
- Lapis Base = 16 cm (Batu Pecah kelas A)
- Lapis Subbase = 16 cm (Sirtu Kelas A)

Pegunungan

- Lapis Permukaan = 8 cm (LASTON)
- Lapis Base = 16 cm (Batu Pecah kelas A)
- Lapis Subbase = 16 cm (Sirtu Kelas A)



Gambar 6.1. Rencana Tebal Perkerasan

4. Saluran Tepi (Drainase)

Pada desain drainase ini terdapat beberapa tipe dimensi saluran, yaitu:

Saluran Tepi (Tanah Asli)

- Tipe 1 = (1m x 1m) ; waking = 0.80 m
- Tipe 2 = (0.9m x 0.9m); waking = 0.70 m
- Tipe 3 = (0.8m x 0.8m); waking = 0.70 m
- Tipe 4 = (0.7m x 0.7m); waking = 0.60 m
- Tipe 5 = (0.6m x 0.6m); waking = 0.60 m
- Tipe 6 = (0.5m x 0.5m); waking = 0.50 m

5. Biaya Konstruksi

Berdasarkan perhitungan analisa biaya, diperoleh nilai total biaya sebesar Rp 561.600.000.000 terbilang:

“Lima ratus enam puluh satu milyar enam ratus juta rupiah.”

6.2. Saran

Dalam perencanaan tugas akhir kali ini hendaknya memerhatikan beberapa hal berikut:

1. Perencanaan jalan sebaiknya menggunakan data selengkap mungkin, misalnya seperti data CBR yang akan digunakan untuk merencanakan tebal perkerasan jalan. Hal ini dimaksudkan untuk memperoleh perhitungan dan perencanaan yang optimal, khususnya untuk perhitungan tebal perkerasan dan analisa biaya.
2. Perlu studi lebih lanjut mengenai metode pelaksanaan di lapangan, karena mengingat medan berupa pegunungan dan perbukitan.
3. Perlu studi lanjut tentang alternatif perkuatan, misal penggunaan dinding patahan atau lebih baik penggunaan terowongan. Karena dalam tugas akhir ini tidak membahas detail tentang perkuatan lereng.

“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum. 1997. *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota dan Jalan Perkotaan* (No. 038/TBM/1997). Direktorat Jendral Bina Marga Indonesia.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2006. *Perencanaan Sistem Drainase Jalan Pd-T-02-2006-B*. Direktorat Jendral Bina Marga Indonesia.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2014. *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia*. Direktorat Jendral Bina Marga.
- Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah . 2002. *Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pt-T-01-2002-B*. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. 2013. *Analisa Harga Satuan Pekerjaan*. Provinsi Jawa Timur.
- AASTHO. 2011. *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*. Amerika.
- Prastyanto, C. A; Kartika, A.A.G; Buana C.2006. *Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan Raya*. Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan ITS Surabaya.
- Sukirman, Silvia. 1999. *Dasar- Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*. Nova: Bandung.
- Hendarsin, S. L. 2000. *Perencanaan Teknik Jalan Raya*. Politeknik Negeri Bandung. Bandung.
- Undang- Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004.

Undang- Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009.

Standar Perencanaan Geometrik Untuk Jalan Perkotaan 1992.

Rizki Amanda Lubis, Reysha. 2015. *Perencanaan Jalan Jalur Lintas Selatan Desa Gajahrejo- Desa Sindurejo STA 11+125 s/d 16+125 Kabupaten Malang Provinsi Jawa Timur*. Tugas Akhir.

Benny Sukmara, Riyan. 2013. *Perencanaan Geometrik dan Perkerasan Jalan Akses Pelabuhan Internasional Socah Bangkalan Madura*. Tugas Akhir.

Saputra, Jhony, 2011. *Parameter Perencanaan Geometrik Jalan*, <URL:<http://tekniksipil888.blogspot.co.id/2011/11/parameter-perencanaan-geometri-jalan.html>>.

Geospasial Untuk Negeri, *Peta RBI*. <URL:<https://tanahairindonesia.go.id>> (diakses pada 23-03-2016)

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Tangerang pada tanggal 15 Oktober 1993, merupakan anak kedua dari 2 (dua) bersaudara.

Penulis menempuh pendidikan formal yaitu TK Putra Tangerang, SD Nurul Islam Tangerang, SDN Pucangan 4 Kartasura, SMPN 2 Surakarta, SMAN 2 Surakarta dan Sekolah Vokasi Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Penulis mengikuti ujian masuk Lintas Jalur S1 Teknik Sipil pada tahun 2014 dan terdaftar dengan NRP.311105004.

Saran dan kritik :

Email : faradindaprabandini@yahoo.com